

SPÄTERGEBNISSE KINDLICHER SCHAFTFRAKTUREN  
DER UNTEREN EXTREMITÄT  
UND DIE GRENZEN IHRES SPONTANEN AUSGLEICHS

Irmhild Bake vel Bakin  
geb. Starke

1977  
—

Dissertations- und Fotodruck Anneliese SCHUBERT  
8 München 5 • Corneliusstraße 21 • Tel.: 268177

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK UND POLIKLINIK  
DER BERUFGSGENOSSENSCHAFTLICHEN KRANKENANSTALTEN  
"BERGMANNSSHEIL" BOCHUM  
Chefarzt: Professor Dr. J. REHN

---

SPÄTERGEBNISSE KINDLICHER SCHAFTFRAKTUREN  
DER UNTEREN EXTREMITÄT  
UND DIE GRENZEN IHRES SPONTANEN AUSGLEICHS

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Irmhild Bake vel Bakin geb. Starke  
aus Bochum / Westfalen

München 1977

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin  
der Universität München

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| Berichterstatter:    | Prof. Dr. Rehn    |
| Mitberichterstatter: | Prof. Dr. Heberer |
| Dekan:               | Prof. Dr. Span    |

Tag der mündlichen Prüfung: 5 8 1977



# SPÄTERERGEBNISSE KINDLICHER SCHAFTFRAKTUREN DER UNTEREN EXTREMITÄT UND DIE GRENZEN IHRES SPONTANEN AUSGLEICHS.

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 1. Einleitung            | 1   |
| 2. Material und Methode  | 17  |
| 3. Ergebnisse            | 19  |
| 4. Diskussion            | 21  |
| 5. Zusammenfassung       | 22  |
| 6. Literaturverzeichnis  | 23  |
| 7. Anhang                | 24  |
| 8. Schlussfolgerungen    | 25  |
| 9. Danksagung            | 26  |
| 10. Literaturverzeichnis | 27  |
| 11. Zusammenfassung      | 28  |
| 12. Diskussion           | 29  |
| 13. Ergebnisse           | 30  |
| 14. Zusammenfassung      | 31  |
| 15. Diskussion           | 32  |
| 16. Ergebnisse           | 33  |
| 17. Zusammenfassung      | 34  |
| 18. Diskussion           | 35  |
| 19. Ergebnisse           | 36  |
| 20. Zusammenfassung      | 37  |
| 21. Diskussion           | 38  |
| 22. Ergebnisse           | 39  |
| 23. Zusammenfassung      | 40  |
| 24. Diskussion           | 41  |
| 25. Ergebnisse           | 42  |
| 26. Zusammenfassung      | 43  |
| 27. Diskussion           | 44  |
| 28. Ergebnisse           | 45  |
| 29. Zusammenfassung      | 46  |
| 30. Diskussion           | 47  |
| 31. Ergebnisse           | 48  |
| 32. Zusammenfassung      | 49  |
| 33. Diskussion           | 50  |
| 34. Ergebnisse           | 51  |
| 35. Zusammenfassung      | 52  |
| 36. Diskussion           | 53  |
| 37. Ergebnisse           | 54  |
| 38. Zusammenfassung      | 55  |
| 39. Diskussion           | 56  |
| 40. Ergebnisse           | 57  |
| 41. Zusammenfassung      | 58  |
| 42. Diskussion           | 59  |
| 43. Ergebnisse           | 60  |
| 44. Zusammenfassung      | 61  |
| 45. Diskussion           | 62  |
| 46. Ergebnisse           | 63  |
| 47. Zusammenfassung      | 64  |
| 48. Diskussion           | 65  |
| 49. Ergebnisse           | 66  |
| 50. Zusammenfassung      | 67  |
| 51. Diskussion           | 68  |
| 52. Ergebnisse           | 69  |
| 53. Zusammenfassung      | 70  |
| 54. Diskussion           | 71  |
| 55. Ergebnisse           | 72  |
| 56. Zusammenfassung      | 73  |
| 57. Diskussion           | 74  |
| 58. Ergebnisse           | 75  |
| 59. Zusammenfassung      | 76  |
| 60. Diskussion           | 77  |
| 61. Ergebnisse           | 78  |
| 62. Zusammenfassung      | 79  |
| 63. Diskussion           | 80  |
| 64. Ergebnisse           | 81  |
| 65. Zusammenfassung      | 82  |
| 66. Diskussion           | 83  |
| 67. Ergebnisse           | 84  |
| 68. Zusammenfassung      | 85  |
| 69. Diskussion           | 86  |
| 70. Ergebnisse           | 87  |
| 71. Zusammenfassung      | 88  |
| 72. Diskussion           | 89  |
| 73. Ergebnisse           | 90  |
| 74. Zusammenfassung      | 91  |
| 75. Diskussion           | 92  |
| 76. Ergebnisse           | 93  |
| 77. Zusammenfassung      | 94  |
| 78. Diskussion           | 95  |
| 79. Ergebnisse           | 96  |
| 80. Zusammenfassung      | 97  |
| 81. Diskussion           | 98  |
| 82. Ergebnisse           | 99  |
| 83. Zusammenfassung      | 100 |



| <u>A: Einleitung</u>                                              | <u>Seite</u> |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| I Grundlagen der Knochenbruchheilung bei Kindern                  | 1            |
| II Ursache des Längenwachstums nach Frakturen                     | 4            |
| III Wachstumsfugenverletzungen                                    | 6            |
| IV Besonderheiten bei kindlichen Ober- und Unterschenkelfrakturen | 9            |

## B: Hauptteil

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| I Material und Methoden                                               | 12 |
| II Ergebnisse                                                         |    |
| 1: Ergebnisse bei konservativ behandelten Oberschenkelfrakturen       | 15 |
| a. Alters- und Geschlechtsverteilung                                  | 15 |
| b. Unfallursachen                                                     | 16 |
| c. Therapie                                                           | 17 |
| d. Korrektur von Fehlstellungen in der Frontalebene                   | 19 |
| e. Korrektur von Fehlstellungen in der Sagittalebene                  | 25 |
| f. Längenwachstum nach Oberschenkelchaftfrakturen                     | 28 |
| g. Ergebnisse der klinischen Untersuchung                             | 34 |
| 2: Ergebnisse der konservativ behandelten Unterschenkelchaftfrakturen | 37 |
| a. Alters- und Geschlechtsverteilung                                  | 37 |
| b. Unfallursachen                                                     | 38 |
| c. Therapie                                                           | 39 |
| d. Korrektur von Fehlstellungen in der Frontalebene                   | 41 |
| e. Korrektur von Fehlstellungen in der Sagittalebene                  | 47 |
| f. Längenwachstum nach Unterschenkelchaftfrakturen                    | 51 |
| g. Ergebnisse der klinischen Untersuchung                             | 55 |
| 3: Ergebnisse der operativ versorgten Oberschenkelchaftfrakturen      | 59 |
| 4: Ergebnisse der operativ versorgten Unterschenkelchaftfrakturen     | 64 |

C: Diskussion und Zusammenfassung

70

D: Literaturverzeichnis

84

E: Lebenslauf

89

Spätergebnisse kindlicher Schaftfrakturen der unteren Extremität und die Grenzen ihres spontanen Ausgleichs.

A : Einleitung

## I. Grundlagen der Knochenbruchheilung bei Kindern.

Das Wachstum der kindlichen Röhrenknochen erfolgt durch die epiphysären und apophysären Wachstumsfugen, das enchondrale Wachstum des Epiphysenkerns und durch das desmalls Dickenwachstum. Die Konturen des Knochens werden weitgehend bestimmt durch das apophysäre Wachstum, das Längenwachstum von der epiphysären Fuge. Sie ist stets senkrecht zu den einwirkenden Druckkräften ausgerichtet. Durch das Gelenkknorpel erfolgt die Größenzunahme und Formung der Epiphyse, die Dickenzunahme durch den periepiphysären Ring. Für das Dickenwachstum der Diaphyse ist die Kambiumschicht des Periostmantels verantwortlich. (31)

Bei kindlichen Frakturen langer Röhrenknochen ist der Organismus in der Lage, bis zu gewissen Grenzen einen Teil der Fehlstellung im Zuge des Wachstums auszugleichen.

Die theoretischen Kenntnisse über die Anpassungsfähigkeit des wachsenden Knochens stammen von Pauwels. Er erweiterte die Erkenntnisse von Roux über die funktionelle Anpassung des Knochens durch Breitenwachstum durch das Gesetz von der funktionellen Anpassung durch Längenwachstum.

Bei Roux ist das übergeordnete Bauprinzip in einer tragenden Konstruktion die Einsparung von Material bei größtmöglicher Stabilität. Das Bauprinzip der Materialersparnis wird als Grundlage für den funktionellen Bau und die funktionelle Anpassung des Skelettsystems angesehen. Bei dieser Anpassung kommt es im Wachstumsalter zu der bekannten Spontankorrektur von Achsenfehlstellungen, ausgenommen Rotationsfehlstellungen. Diese können spontan nie ausgeglichen werden.

Die Traglinie des gesunden Beines verläuft vom Hüftkopf durch den Intercondylenhöcker des Kniegelenks zur Mitte des oberen Sprunggelenks. (26)

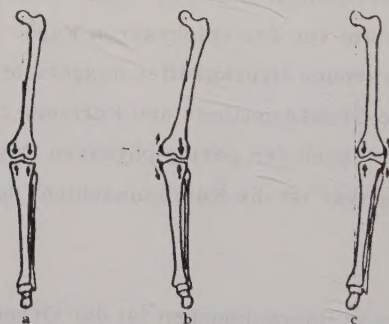


Abb. 2: Beanspruchung des Kniegelenkes in der Frontalebene (aus Lanz und Wachsmuth) a. Traglinie des gesunden Beines b. Traglinie bei einer Valgusfehlstellung c. bei einer Varusfehlstellung

Wird das Bein physiologisch belastet, so treten überwiegend Druckkräfte im Knochen auf. Bei einer Achsenfehlstellung, die durch eine Fraktur bedingt ist, verläuft die Traglinie (26) medial oder lateral am Kniegelenk vorbei, und das physiologische Gleichgewicht wird gestört.

Es kommt neben dem axialen Druck zu einer Biegebeanspruchung der Epiphysenfuge und im Bereich der Diaphyse. Im Diaphysenbereich reagiert der Knochen auf diese Biegebeanspruchung mit einer Zunahme des Dickenwachstums.

Die Biegung bewirkt auf der Konkavseite des Knochens zusätzliche Druckkräfte, auf der Konvexseite werden Zugspannungen hervorgerufen. Die Druckspannungen haben auf der Konkavseite ihr Maximum, während an der Konvexseite lediglich die Differenz von Druck und Zugspannungen wirksam wird. Auf der Konkavseite erfolgt daher der stärkere Anbau von Knochengewebe bei gleichzeitigem konvexseitigen Abbauprozessen. Insgesamt erfolgt eine Dickenzunahme des Knochens, so daß dieser der Biegebeanspruchung standhalten kann. Durch diese Prozesse kann es zu einem Ausgleich der Achsenfehlstellung kommen, die Biegekräfte lassen nach, der Knochen nimmt wieder eine normale Form an. Abbildung 3 zeigt die Biegebeanspruchung nach Pauwels (in: Klapp, Hertel, Schweiberer: Umbauvorgänge nach konservativer Behandlung kindlicher Schaftfrakturen) (22)

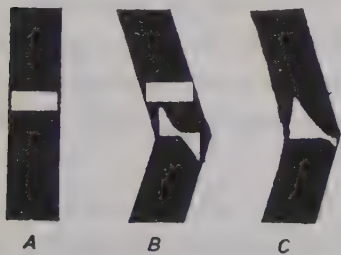


Abb. 3: Biegebeanspruchung (nach Pauwels) A: Reine Druckkräfte bei geradem Schaft. B: Die Biegebeanspruchung bei einer Fehlstellung wirkt auf der Konkavseite als zusätzlicher Druck, auf der Konvexseite als Zug. c. die Addition der Kräfte ergibt auf d. Konkavseite einen erhöhten Druck, auf der Konvexseite wird nur die Differenz von Druck- und Zugspannung wirksam.

Neben diesen lokalen Kräften ist die Wachstumsfuge für die spontane Aufrichtung nach axialen Fehlstellungen wesentlich verantwortlich. Nach Müller, Ganz ist die Richtung des Wachstums durch die parallel zur Richtung der einwirkenden Druckkräfte verlaufenden Knorpelsäulen

gegeben. Ändert sich durch eine Fraktur die Richtung des Schaftknochens mit der Fuge, so reagiert eine nicht vorgeschädigte Epiphysenfuge bei ungleicher Druckbelastung mit vermehrten Wachstum auf der stärker belasteten Seite. Dieses vermehrte Wachstum hält so lange an, bis die Fuge wieder senkrecht zur Druckrichtung steht. Eine Ausnahme bilden vorgeschädigte oder kurz vor dem Wachstumsabschluß stehende Epiphysenfugen, die bei ungleicher Druckbelastung eher mit Wachstumsstillstand oder Verknöcherung als mit ausgleichendem Wachstum reagieren.

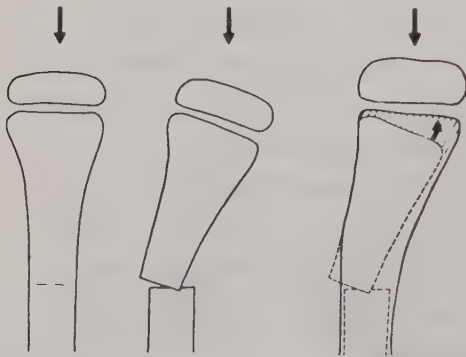


Abb. 4: Die Wachstumsfuge richtet sich nach Fraktur mit axialer Fehlstellung spontan wieder auf. Das exzentrische Wachstum dauert an, bis die Knorpelsäulen der Fuge wieder parallel zu den einwirkenden Druckkräften verlaufen. (aus Müller, Ganz: Luxationen und Frakturen In: Rehn, J.: Unfallverletzungen bei Kindern) (40)

Bei Schaftfrakturen tritt bei Kindern durch die Reparationshyperämie regelmäßig ein vermehrtes Längenwachstum auf. Bereits Trueta sah die Hyperämie, die sich nicht nur auf den Frakturbereich erstreckt, sondern auch im Bereich der benachbarten Fuge auftritt und diese zu verstärktem Wachstum anregt, als Ursache des Mehrwachstums an.

Müller, Ganz (31) nehmen an, daß das vermehrte Längenwachstum durch die Eröffnung der Markhöhle und die Verletzung der Zentralarterie zustande kommt. Solange die Markhöhle infolge erheblicher Verschiebung der Fragmente mit Kallus ausgefüllt ist, kann die zentrale Markarterie ihre Kontinuität nicht wiedererlangen, und das vermehrte Wachstum dauert an. Das beobachtete Mehrwachstum wird von Blount.

Hupfauer, Müller, Ganz und anderen Autoren mit durchschnittlich 1 - 1,5 cm am Oberschenkel und 1 cm am Unterschenkel angegeben. (51, 12, 7, 49)

Dieses Mehrwachstum besteht nach Blount bis zu einem Jahr nach der Fraktur nach Müller, Ganz, Weber, Brunner u. a. bis zu zwei Jahren, nach Neurath, van Lessen bis zu 4 Jahren nach Fraktur. Es handelt sich um keine gezielte Korrektur, da auch bei Frakturen, bei denen primär durch die Reposition ein voller Längenausgleich erzielt wurde, ein Mehrwachstum beobachtet wird. Die genauen Mechanismen des Längenwachstums nach Frakturen sind noch unbekannt.

Das vermehrte Wachstum des frakturierten Knochens tritt bei Knaben bis etwa zum 12. Lebensjahr, bei Mädchen bis zum 10. oder 11. Lebensjahr auf. ( 16. 2. 11. 19. 18. 12. )

Bei den Frakturen bei Kindern nach dem 12. bzw. 10/11. Lebensjahr kann durch die Hyperämie ein vorzeitiger Epiphysenschluß erfolgen.

Seitenverschiebungen werden wie doppelte Achsenknicke korrigiert. Vermehrter Druck besteht auf den beiden Konkavseiten, auf den Konvexseiten nur die Differenz von ~~axialem~~ Druck und Zugspannung. (12) Der Knochenanbau findet daher vermehrt auf den Druckseiten statt und es kommt zu einer Glättung der Fraktur.

Bei Rotationsfehlstellungen bestehen keine statischen und dynamischen Korrektoreinflüsse. Sie gleichen sich deshalb spontan nie aus.

### III Wachstumsfugenverletzungen

1. Nach Pauwels ist die Epiphysenfuge ein sehr kompliziertes, reaktionsfähiges und empfindliches Organ.

Abbildung 4 zeigt die Histologie der Epiphysenfuge:

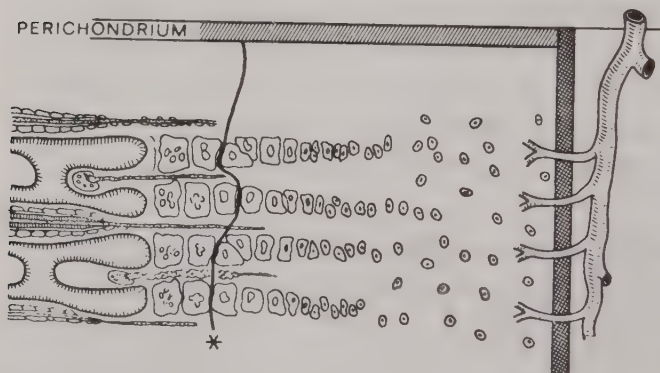


Abb. 4:

Darstellung der Epiphysenfuge mit den vier Zonen: Wachstum, Mineralisation, Invasion und Ossifikation. Lösungen der Wachstumsfuge finden stets im Mineralisationsbereich bzw. zw. Mineralisations- und Wachstumszone, dem locus minoris resistentiae, statt (aus: Müller/Ganz (31) in: Rehn-Unfallverletzungen bei Kindern (40))

2.) Die Blutzufuhr erfolgt über die Systeme:

1. das epiphysäre: versorgt die Epiphyse und das Stratum germinativum
2. das metaphysäre: erreicht vom Mark aus die enchondrale Ossifikationsschicht
3. das perichondrale System

3.) Die Verletzungen der normalen Wachstumsfuge und ihre Reparationsvorgänge stellen eine Besonderheit dar.

Aitken hat 1935 die verschiedenen Verletzungsformen der Epiphysenfuge in drei Gruppen typisiert. Die Einteilung von Salter u. Harris in fünf Gruppen, wurde von Müller u. Ganz erweitert auf sechs Verletzungsformen.

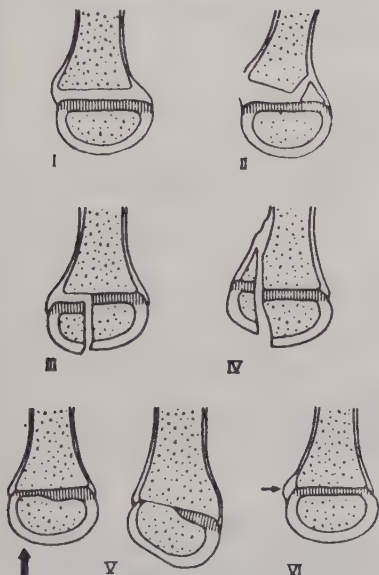


Abb. 5 : Zusammenstellung der Epiphysenfugenverletzungen Typ I bis VI in der Einteilung nach Müller und Ganz (aus: Müller/Ganz: Luxationen und Frakturen. in Rehn, J.: Unfallverletzungen bei Kindern) (40)

- I. : reine Lösung der Fuge im Bereich des locus minoris resistentiae
- II. : unvollständige Fugenlösung, die Bruchlinie läuft metaphysenwärts aus, ein metaphysärer Keil bleibt mit der Fuge verbunden.
- III. : Lyse mit epiphysärem Fragment. Die Bruchlinie durchkreuzt die Wachstumsfuge und läuft als Fugenlösung im Bereich der Mineralisationszone aus.
- IV. : transepi- metaphysäre Fraktur. Der Bruch durchkreuzt die Wachstumsfuge und trennt einen Teil der Metaphyse ab.
- V. : Kompressionsverletzung der Epiphysenfuge (Crush). Zerstörung der germinativen Zellen der Wachstumsfuge durch Kompression. Es folgt ein ausgedehnter Fugenschluß mit exzentrischem Wachstum.

## VI. Verletzung des periepiphysären Ringes,

: z. B. Knöcherne Bandausrisse am Kniegelenk mit der sie begleitenden Schädigung der Epiphyse. Die folgende periphere Teilossifikation führt zur Achsenabweichung entsprechend dem weiteren Wachstum des gesunden Fugenanteils.

Nach Moschner entfällt auf jede zehnte kindliche Fraktur eine Epiphysenverletzung, nach Salter u. Harris, Süssenbach-Weber ist in 15 % aller kindlichen Frakturen die Epiphysenfuge mitbetroffen, von Ehalt werden 5 - 10 % angegeben.

Während die Typen eins und zwei für das weitere Wachstum belanglos sind, und die Typen drei und vier nur bei exakter anatomischer Reposition und Fixation eine gute Prognose haben, ist bei den Typen fünf und sechs wegen der Zerstörung der germinativen Zellen die Prognose immer zweifelhaft.

Entgegen der Meinung Bounts und Ehalts, daß Epiphysenfrakturen mit unblutigen Methoden behandelt werden, führt nach Salter und Harris, Böhler, Müller und Ganz, Süssenbach - Weber bei Frakturen der Typen eins und zwei die konservative Therapie mit Reposition und Gipsverband praktisch immer zu einem einwandfreien Ergebnis, bei den Typen drei und vier ist fast immer eine operative Revision und Fixation mit Kirschnerdrähten oder Schrauben - die sogen. wasserdichte Stabilisierung nach Weber - notwendig. Die Frakturen des Typs fünf werden konservativ behandelt, für die Frakturen des Typ VI erfolgt die Behandlung wie bei den Typen drei und vier.

IV. Die Besonderheiten der kindlichen Frakturen und ihre Schlußfolgerungen für die Therapie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. : Der kindliche Knochen zeigt eine schnelle Regenerationskraft und damit Konsolidierung, so daß schon nach kurzer Zeit eine Stellungenkorrektur schwierig sein kann. Aus diesem Grund soll jede kindliche Fraktur gleich nach dem Unfall gut und definitiv reponiert und retiniert werden. In der Frontal- und Sagittalebene ist ein anatonisch exaktes Repositionsergebnis zu erzielen, leichte axiale Verschiebungen und Verkürzungen gleichen sich von selbst aus. (31)  
Entscheidend für die spontane Korrekturfähigkeit sind in der Literatur drei Faktoren:
  - a. Das Alter des Kindes
  - b. die Distanz zwischen Bruch und Epiphysenlinie
  - c. der Grad der Abwinkelung

Nach Blount gilt der Satz: je jünger das Kind, je näher die Fraktur der Epiphysenfuge liegt, desto mehr Fehlstellung kann akzeptiert werden. - Je älter das Kind und je mehr der Bruch in der Mitte des Knochens liegt, desto exakter sollte reponiert werden. (31)

2. : Nach einer Schaftfraktur kommt es regelmäßig während ein bis zwei Jahren zu einem überschießenden Längenwachstum des frakturierten Knochens und zwar bis zum 10. Lebensjahr bei den Mädchen und etwa bis zum 12. Lebensjahr bei den Knaben. Da dieser Zuwachs am Oberschenkel im Mittel 1,5 cm, am Unterschenkel 1 cm beträgt, sind Verkürzungen am Femur bis zu 2 cm und bis zu 1 cm am Unterschenkel bei Einrichtung der Fraktur erwünscht.

3. : Achsenknicke nach Schaft und Lysefrakturen der Epiphysenfuge können bis zu einem gewissen Grad durch das Wachstum noch ausgeglichen werden. Es gilt auch hier die Regel: je jünger das Kind, desto vollkommener der Ausgleich, je älter das Kind, desto unvollkommener der Ausgleich. Bei Jugendlichen zu Ende des Wachstums erfolgt kein Ausgleich mehr. Die Behandlung der Femurschaftfrakturen ist daher vor dem 12. Lebensjahr konservativ. Nach dem 12. Lebensjahr lassen sich Fehlstellungen schwierig korrigieren. Auch hier ist die Therapie überwiegend konservativ. Nur wenn auf konservativem Weg kein befriedigendes Ergebnis erreicht werden kann, erfolgt die operative Therapie in Form der sogenannten Minimal- oder Adaptationsosteosynthese. Rotationsfehler korrigieren sich nie spontan.

In der Literatur werden Spontankorrekturen bei jüngeren Kindern bis zu 30 Grad von Hüner (19) und Nonnemann (36) in der Sagittalebene, bis zu 20 Grad von Schlegel, Zacher, Koob, (61) Brinkmann, (2) Hertel, Klapp, Schweiberer (21) angegeben. Bei den gleichen Autoren liegt die spontane Ausgleichsfähigkeit für Fehlstellungen in der Frontalebene bis zu 10 Grad. Bei Kindern zwischen 12 und 14 Jahren kann nach Weber (53), Heidenreich (18) mit Achsenkorrekturen von 10 Grad nicht mehr gerechnet werden.

4. : Frakturen der Epiphysenfugen zeigen eine sehr unterschiedliche Prognose. Bei den Frakturen von Typ I und II nach Müller und Ganz führt die Therapie fast immer zu einem einwandfreien Ergebnis. Ungünstig ist die Prognose für jene Frakturen, die die Knorpelplatte durchkreuzen. Bei nicht absolut exakter Reposition kann es zur Bildung einer Kallusbrücke zwischen Epi- und Metaphyse, zum partiellen Wachstumsstop und zum ungleichen Wachstum der Fuge kommen.

5. : Gelenkstufen gleichen sich beim Kind aus. Da Gelenkbrüche sehr oft gleichzeitig Frakturen durch die Wachstumsfuge sind, ist auf "wasserdichte" Reposition nach Weber (53) zu achten. Dadurch ist das Gelenk primär wieder kongruent und das weitere Fugenwachstum nicht gestört.

6. : Beschwerden nach längerer Ruhigstellung sind bei Kindern extrem selten. Muskelatrophie, Beweglichkeitseinbuße der Gelenke, Osteoporose, Ödeme sind nur ganz gering und rasch reversibel. Eine Frakturkrankheit wie bei den Erwachsenen gibt es bei Kindern nicht. Pseudoarthrosen kommen praktisch nicht vor, fast ausschließlich nach operativen Eingriffen und auch unzweckmäßiger konservativer Behandlung.

## B : Hauptteil

### I. Material und Methoden

In den Jahren von 1964 bis 1973 wurden im Bergmannsheil Bochum 96 Oberschenkelfrakturen, 151 Unterschenkelfrakturen, 36 Epiphysenfrakturen, 12 Pseudarthrosen an den unteren Gliedmaßen bei Kindern unter 16 Jahren stationär behandelt. Aus diesem Patientenkollektiv wurden 255 Patienten zu einer Nachuntersuchung eingeladen. Verzogen waren 30 Kinder, 10 erschienen auch bei zweimaliger Aufforderung nicht zur Untersuchung, so daß ein Patientengut von 205 Kindern überblickt werden kann. Von diesen 205 Kindern entfallen auf die Unterschenkelfrakturen 80 konservativ und 19 operativ, auf die Oberschenkelchaftfrakturen 47 konservativ und 29 operativ behandelte Frakturen. Für die Epiphysenfrakturen liegt das Zahlenverhältnis konservativ/operativ bei 9 zu 21.

Das Alter der Kinder zur Zeit des Unfalls lag zwischen 2 und 15 Jahren, Mittelwert für die konservativ behandelten Oberschenkel 6,85 Jahre - für die operativ behandelten Oberschenkelfrakturen bei 12,0 Jahren, - für die konservativ behandelten Unterschenkel bei 10,18 Jahren, für die operativ behandelten Unterschenkelfrakturen bei 14,12 Jahren, für die Epiphysenfrakturen bei 11,13 Jahren. Der Nachuntersuchungsbefund für alle Frakturen am Ober- und Unterschenkel lag zwischen 1 und 10 Jahre nach der Verletzung, MW 5,33 Jahre, für die Epiphysenfrakturen MW 5,33 Jahre.

Die Auswertung erfolgte nach klinischen und radiologischen Gesichtspunkten. Der klinischen Ausmessung legten wir die Neutral- Null -

Methode oder Null-Durchgangsmethode (Müller 1970) zugrunde mit Bestimmung in:

- 1.: der Frontalebene: der Interkondylendistanz, der Intermalleolen-distanz,
- 2.: der Sagittalebene: die Bestimmung der Distanz ab Unterlage - Knie und Distanz ab Unterlage Kalkaneus,
- 3.: zur Bestimmung der Rotation: Großzehengrundgelenk - Distanz, Fersendistanz,
- 4.: zur Längenmessung: die Distanz Spina anterior - Malleolus lateralis, sowie Unterlage von Brettchen.

Für die radiologische Untersuchung wurden Röntgenaufnahmen von beiden Beinen a. p. und seitlich gemacht, -Ganzaufnahmen, wenn Kombinationsfehler erwartet wurden, Teilaufnahmen, wenn der Ort der Achsenabweichung sicher lokalisierbar war. Rotationsfehler wurden durch Antetorsionsaufnahmen nach Dunn - Rippstein diagnostiziert.

Die Auswertung der radiologischen Ergebnisse erfolgte durch Computer. Für die 2 x 2 Kontingenztafeln wurde der exakte Fisher- Test zugrundegelegt, für die 4 Feldertafeln der Test nach Le Roy., Signifikanzniveau:  $\alpha = 5\%$ . An Hand der gewonnenen radiologischen Ergebnisse wurde untersucht, ob eine Abhängigkeit des Therapieerfolges bei den Achsenfehlstellungen besteht:

1. vom Verbiegungsgrad bei Entlassung für X- und O-Verbiegungen, - für Ante- und Recurvationen, für den Längenzuwachs vom Grad der Verkürzung bzw. Verlängerung,
2. Abhängigkeit des Therapieerfolges von der Art der Fehlstellung,
3. Abhängigkeit des Therapieerfolges von der Lage der Fraktur.
4. Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Geschlecht des Kindes.
5. Abhängigkeit des Ausgleichs vom Alter des Kindes bei Fraktur.
6. Abhängigkeit des Therapieerfolges für X- und O-Verbiegungen, Ante- und Recurvationen und den Längenzuwachs von der Behandlungsart. (operativ/konservativ).

Der Therapieerfolg bezieht sich auf die Nachuntersuchung nach n - Jahren und umfaßt zunächst 4 Gruppen:

1. Erfolg sehr gut : volle Korrektur der Achsenfehlstellung, bzw. seitengleiche Beinlängen
2. Erfolg gut : Korrektur bis 2 Grad Restverbiegung
3. Erfolg mittel : Korrektur bis 4 Grad Restverbiegung
4. Erfolg schlecht : keine Korrektur oder mehr als 4 Grad Restverbiegung.

Auf Grund des geringen Zahlenmaterials - besonders bei den Oberschenkelfrakturen - und der dadurch bedingten Unmöglichkeit der exakten mathematischen Auswertung mußten die Therapiegruppen zusammengefaßt werden und zwar in:

1. Therapieerfolg gut: volle Korrektur der Achsenfehlstellung, Korrektur bis 4 Grad Restverbiegung, Längendifferenz bis 10 mm
2. " schlecht: mehr als 4 Grad Restverbiegung, Längendifferenz über 10 mm

Um die Achsenfehlstellungen sowohl am Ober- und Unterschenkel miteinander vergleichen zu können, wurde diese Einteilung für Ober- und Unterschenkelfrakturen beibehalten.

## II. 1. Ergebnisse der konservativ behandelten Oberschenkelchaftfrakturen

### a. Unfallursache, Alters- und Geschlechtsverteilung

Es wurden 76 Kinder, die im Zeitraum von 1964 bis 1973 verunfallten, mit Oberschenkelchaftfrakturen nachuntersucht. Bei der Aufschlüsselung nach Alter und Geschlecht der Kinder, ist auffällig der Unterschied in der Unfallhäufigkeit zwischen Knaben und Mädchen. 49 Jungen (62,87 %) und 29 Mädchen (37,15 %) zogen sich in diesem Zeitraum eine Femurschaftfraktur zu. Auffallend ist auch hier im Vergleich zu anderem statistischen Material (Schäfer/Huber) die Zunahme der Unfallhäufigkeit bei den Mädchen. Ordnet man die Patienten nach Altersgruppen und Unfallhäufigkeit, so ergibt sich für die Knaben eine deutliche Spitze zwischen dem 5. und 6. Lebensjahr, während diese Spitze bei den Mädchen zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr liegt. Ein zweiter Anstieg findet sich bei beiden Gruppen zwischen dem 12. und 13. Lebensjahr.

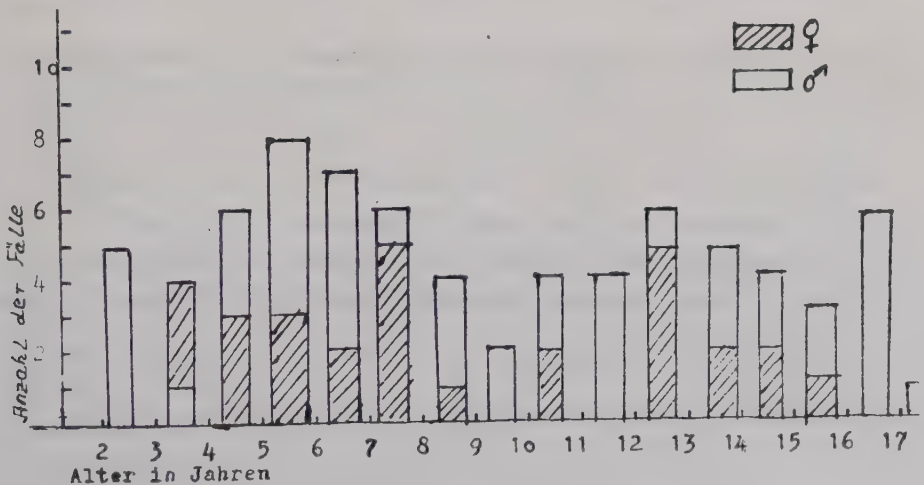


Tabelle 1: Alters- und Geschlechtsverteilung der Oberschenkelchaftfrakturen

- b. Die Unfallursachen wurden in Anlehnung an Gädecke, Ehalt, Schäfer/Huber eingeteilt in:

Häusliche Unfälle, also Unfälle, die im Bereich der Wohnung geschahen. Als Schulunfälle wurden jene Unfälle gewertet, die innerhalb des Schulgeländes auftraten. Zu den Spielunfällen wurden die Rollerunfälle hinzugefügt. Bei den Sportunfällen wurden jene Fälle eingereiht, die sich bei dem Schulsport oder Sport in Vereinen ereigneten, hier wurden auch die Rodelunfälle miteinbezogen. Unter sonstigen Unfällen finden sich alle jenen Fälle, die in die bereits aufgeführten Kategorien nicht hineinpaßten.

Es schälen sich also im Wesentlichen 4 große Gruppen der Unfälle heraus:

- 1.: Die Verkehrsunfälle
- 2.: Die Sportunfälle
- 3.: Die häuslichen Unfälle
- 4.: Sonstige Unfälle.

Analysiert man die einzelnen Gruppen, so liegen die Verkehrsunfälle mit 51,02 % bei den Knaben und 62,06 % bei den Mädchen an der Spitze. Hierbei ist lediglich bei den Knaben in der Altersgruppe von 11 - 16 Jahren ein leichter Anstieg bei den Verkehrsunfällen zu verzeichnen (70,58 %), während sich die beiden Altersgruppen von 0 - 5 und 6 - 10 Jahren annähernd gleich verhalten. Bei den Mädchen liegt der höchste Anteil der Verkehrsunfälle in der Altersgruppe von 0 - 5 Jahren, nämlich 75 %.

An 2. Stelle liegt bei den Kleinkindern von 1 - 5 Jahren bei den Knaben wie auch bei den Mädchen der häusliche Unfall.

In der Altersgruppe 6 - 10 Jahre folgen auf die Verkehrsunfälle mit 25 % bei den Knaben und 18 % bei den Mädchen die Spielunfälle dicht gefolgt von den Sportunfällen.

In der Gruppe von 11 - 16 Jahren bilden die Verkehrsunfälle den größten Anteil, gefolgt von Sport- und Fahrradunfällen bei beiden Geschlechtern.

| Alter b. Fraktur | ♂   |      |       |               | ♀   |      |               |         | Reihen- |
|------------------|-----|------|-------|---------------|-----|------|---------------|---------|---------|
|                  | 1-5 | 6-10 | 11-16 | Proz. %       | 1-5 | 6-10 | 11-16         | Proz. % |         |
| Unfallursache    |     |      |       |               |     |      |               |         | Proz. % |
| Häusl. Unfall    | 4   |      |       | 8.1           | 1   |      |               | 6.9     | 7.98    |
| Schulunfall      | 1   |      |       | 2.0           |     | 1    | 1             | 6.9     | 3.9     |
| Spielunfall      | 2   | 4    |       | 12.2          | 1   | 2    |               | 10.3    | 11.4    |
| Verkehrsunfall   | 6   | 7    | 12    | 51.0          | 6   | 6    | 6             | 62.0    | 56.5    |
| Fahrradunfall    |     | 2    | 3     | 10.2          |     |      |               | 10.2    | 6.5     |
| Sportunfall      | 2   | 2    | 2     | 12.0          |     | 2    | 2             | 13.7    | 13.1    |
| sonst. Unfälle   | 1   | 1    |       | 4.9           |     |      |               |         | 2.5     |
| Summe            | :   | 16   | 16    | 17 = 49(62.8) | 8   | 11   | 10 = 29(37.1) |         |         |

Tabelle 2: Unfallursachen nach Altersgruppen und Geschlecht für Oberschenkelchaftfrakturen von 1964 - 1973

### c. Behandlung

Die Therapie der kindlichen Oberschenkelfrakturen war konservativ und nur in Ausnahmefällen operativ. Von 1964 bis 1973 wurden bei der konservativen Therapie folgende Methoden angewandt:

1. der Klebeverband und der Klebeverband mit Beckengips bei Kindern bis zum 4. Lebensjahr.
2. der Beckengips ohne Extension
3. Drahtextension mit Beckengips
4. die Lagerung auf dem Weberbock (erst in den letzten Jahren).

Die Tabellen 3 und 4 geben einen Überblick über die angewandten Therapiemethoden bei Kindern in den verschiedenen Altersgruppen und über die Behandlungsmethoden von 1964 - 1973 unterteilt in Zeiträume von 2 Jahren.

| Alter in Jahren       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Summe = 48 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|------------|
| Klebeverb. 2          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | = 2        |
| Weberbock             |   |   |   |   |   | 1 | 1 |   |    |    |    |    |    |    | = 2        |
| Extension Beckengips  |   |   | 2 | 4 | 6 | 3 | 1 | 3 | 3  |    | 1  | 1  | 1  |    | = 26       |
| Reposition Beckengips | 1 |   | 2 | 1 | 1 | 3 |   |   |    |    |    | 1  |    | 1  | = 10       |
| Klebeverb. Beckengips | 2 |   | 3 | 2 | 1 |   |   |   |    |    |    |    |    |    | = 8        |

Tabelle 3: Therapiemethoden bei Kindern der verschiedenen Altersgruppen

|         | Klebeverband | Weberbock | Extension Beckengips | Reposition Beckengips | Klebeverband Beckengips |
|---------|--------------|-----------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1964/65 |              |           | 4                    | 1                     | 1                       |
| 1966/67 | 2            | 1         | 4                    | 3                     |                         |
| 1968/69 |              |           | 4                    | 2                     | 1                       |
| 1970/71 |              |           | 8                    | 1                     | 6                       |
| 1972/73 |              | 1         | 6                    | 3                     |                         |
| Summe   | 2            | 2         | 26                   | 10                    | 8                       |

Tabelle 4: Behandlungsmethoden von 1964 bis 1973 für Oberschenkel-schaftfrakturen

Die operative Behandlung wurde dann vorgenommen:

- 1.: wenn es sich um Femurschaftfrakturen bei Jugendlichen handelte, die knapp vor dem Abschluß des Wachstums standen.
- 2.: bei offenen Schaftfrakturen
- 3.: bei stark verschobenen und instabilen gelenksnahen Brüchen

- 4.: bei Fehlstellungen in der Scheitel und Stirnebene von 10 Grad und mehr je nach Alter des Kindes
- 5.: bei Brüchen mit Repositionshindernis
- 6.: bei speziellen Brüchen der Wachstumsfugen
- 7.: bei Pseudarthrosen.

Die Osteosynthesen erfolgten in Form der sogenannten Minimalosteosynthese mit Spickdrähten und Zuggurtungen. In den Jahren 1964 - 1973 wurde 4 Mal eine Osteosynthese des Oberschenkels mit einem Tibiamarknagel durchgeführt (davon 2 Patienten auswärts versorgt), von 1970 - 1973 wurde in 16 Fällen durch eine Plattenosteosynthese eine Stabilität erreicht (davon 4 Patienten bereits auswärts versorgt). Bei diesen Fällen lag das Alter zwischen 12 und 16 Jahren (MW = 11,55 Jahre).

#### d. Korrektur von Varus und Valgusverbiegungen

Von 47 nachuntersuchten Kindern hatten 26 Kinder eine Varus-, 12 Kinder eine Valgusverbiegung, 9 Kinder keine Abweichung in der a. p. Aufnahme bei Entlassung. Bei 12 Varus- und 7 Valgusverbiegungen betrug der Verbiegungsgrad mehr als 8 Grad, unter 8 Grad fanden sich 14 Varus- und 5 Valgusverbiegungen.

Der Therapieerfolg bei der Nachuntersuchung war gut, d. h. vollständige Korrektur bis 3 Grad Restverbiegung bei 17 Varus- und 4 Valgusverbiegungen. Ein schlechter Therapieerfolg fand sich (mehr als 4 Grad Restverbiegung) bei 8 Valgus- und 9 Varusverbiegungen. Faßt man Varus- und Valgusfehlstellungen zusammen, so lag bei 21 Patienten insgesamt eine volle Korrektur bei der Nachuntersuchung vor.

Die größten Verbiegungen, die keine Tendenz zur Korrektur zeigten, war eine Valgusverbiegung von 22 Grad kombiniert mit einer Antekurvation von 28 Grad und eine Varusverbiegung von 14 Grad, die ebenfalls mit einer Antekurvation von 8 Grad kombiniert war.

Die größten vollständigen Varuskorrekturen mit einem Verbiegungsgrad von 14 bzw. 16 Grad bei Entlassung fanden sich bei einem 2 und 4 Jahre alten Jungen bei einem Nachuntersuchungszeitraum von 8 bzw. 4 Jahren. Die größten vollständigen Valguskorrekturen mit Winkeln von 12 und 13 Grad bei Entlassung wurden gesehen ebenfalls bei zwei Jungen im Alter von 8 und 13 Jahren, bei denen die Nachuntersuchung nach 2 bzw. 8 Jahren erfolgte. Die größte Varusverbiegung von 26 Grad korrigierte sich bei einem 5 Jahre alten Jungen innerhalb von 6 Jahren auf 8 Grad, obwohl sie kombiniert war mit einer Antekurvation von 16 Grad.

| Lage der Femurschaft fraktur | Zahl der Pat. | Art der Femurschaft fraktur | Zahl der Pat. | Geschlecht der Pat. | Zahl der Pat. |
|------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Unteres Drittel              | 7=14.9%       | Querfraktur                 | 23=48.9%      | männlich            | 31=66%        |
| mittl. Drittel               | 33=70.2%      | Schrägfraktur               | 23=48.9%      | weiblich            | 16=34%        |
| oberes Drittel               | 7=14.9%       | gemischt                    | 1=2.1%        |                     |               |
| mittl. Alter                 | 6.85 Jahre    | mittl. Schlußbefund         | 5.9 Jahre     |                     |               |

Tabelle 5:

Prozentuale Verteilung der Femurfrakturen für Lage, Art der Fraktur und Geschlecht der Kinder

Es wurde untersucht die Abhängigkeit des Therapieerfolges für Varus- und Valgusverbiegungen:

- 1.: vom Verbiegungsgrad. Die Einteilung erfolgte in Verbiegungen unter und über 8 Grad.
- 2.: die Abhängigkeit vom Alter des Kindes bei Fraktur - bei Kindern unter und über 10 Jahren.
- 3.: die Abhängigkeit von der Art der Fraktur, wobei wegen des geringen Zahlenmaterials lediglich zwischen Quer- und Schrägfrakturen unterschieden wurde.
- 4.: die Abhängigkeit von der Lage der Fraktur.
- 5.: die Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Geschlecht des Kindes.

Wir erhielten folgende Ergebnisse:

Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Verbiegungsgrad für Varus- und Valgusverbiegungen

| Verbiegung z.<br>Zt. der Entlassung | ◀ 8 Grad   | ▶ 8 Grad |
|-------------------------------------|------------|----------|
| Zahl d. Pat.                        | 14         | 12       |
| Th. Erfolg                          |            |          |
| gut                                 | 10=71.42 % | 7=58.3 % |
| schlecht                            | 4=28.57 %  | 5=41.6 % |

Tabelle 6: Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Verbiegungsgrad für Varusverbiegungen ( $P = < 0.01$ )

Für Varusverbiegungen kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden, daß Verbiegungen unter 8 Grad einen besseren Therapieerfolg zeigen als Verbiegungen über 8 Grad, für Valgusverschiebungen ist dieser Unterschied auf Grund des geringen Zahlenmaterials nicht signifikant.

| Verbiegung<br>zur Zeit d.<br>Entlassung | < 8 Grad | > 8 Grad |
|-----------------------------------------|----------|----------|
| Zahl der<br>Pat.                        | 5        | 7        |
| Therapie-<br>erfolg                     |          |          |
| gut                                     | 2 = 40 % | 2 = 28 % |
| schlecht                                | 3 = 60 % | 5 = 71 % |

Tabelle 7:

Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Valgusverbiegungen vom Verbiegungsgrad

Faßt man Varus- und Valgusverbiegungen über und unter 8 Grad zusammen, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied ( $P < 0.01$ ) für die beiden Verbiegungsgruppen, d. h. Varus- und Valgusverbiegungen unter 8 Grad haben einen besseren Therapieerfolg als Verbiegungen über 8 Grad.

Vergleicht man den Therapieerfolg von X und O Verbiegungen untereinander, so zeigen O.-Verbiegungen einen signifikant besseren Erfolg als X-Verbiegungen bei einer Sicherheitsgrenze von 5 % nach dem Test von LE Roy.

| Art d.<br>Verbiegung | Varus    | Valgus  |
|----------------------|----------|---------|
| Zahl d. Pat.         | 26       | 12      |
| Th. erfolg           |          |         |
| gut                  | 17=65.3% | 4=33.3% |
| schlecht             | 9=34.6%  | 8=66.6% |

Tabelle 8: Vergleich des Therapieerfolgs zwischen Varus und Valgusverbiegungen (Le Roy R 8. 8)

| Art d.<br>Verbiegung                     | Varus    | Valgus  |
|------------------------------------------|----------|---------|
| mittlere<br>Verbiegung<br>bei Entlassung | 9.43 Gr. | 11.58   |
| bei Nachunters.                          | 3.0      | 6.25    |
| Differenz                                | 6.43     | 5.33    |
| mittl. Winkel<br>korrektur               | 68.18 %  | 46.02 % |

Tabelle 9: mittlere Winkelkorrektur in Grad für Varus und Valgusverbiegungen

Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter des Patienten zur Zeit der Fraktur.

| Alter d. Pat.<br>bei Fraktur | Zahl d. Pat.<br>Summe/Ohne Verbieg. |   | Th erfolg |          |
|------------------------------|-------------------------------------|---|-----------|----------|
|                              |                                     |   | gut       | schlecht |
| 2 - 5 Jahre                  | 20                                  | 2 | 13=72.2%  | 6=33.3%  |
| 5 -10 Jahre                  | 18                                  | 3 | 7=46.6%   | 7=46.6%  |
| 10 Jahre                     | 9                                   | 4 | 1=20. %   | 4=80 %   |

Tabelle 10: Einfluß des Patientenalters zur Zeit des Unfalls auf den Therapieerfolg von Varus und Valgusverbiegungen

In der Altersgruppe der Kinder von 2 - 5 Jahre zeigte sich mit 72,2 % der beste Therapieerfolg für Varus- und Valgusverbiegungen im Vergleich zu den Altersgruppen von 5 - 10 und über 10 Jahren. Bei Aufteilung der Kinder in zwei Gruppen und zwar in Kinder unter und über 10 Jahre lag auch hier der bessere Therapieerfolg bei den Kindern unter 10 Jahren mit 60,6 % zu 20 %, d. h. Kinder unter 10 Jahren gleichen Verbiegungen in der Frontalebene besser aus als Kinder über 10 Jahren.

Alter b. Unfall      < 10 Jahre      > 10 Jahre

|              |           |        |
|--------------|-----------|--------|
| Zahl d. Pat. | 33        | 5      |
| Th. erfolg   |           |        |
| gut          | 20=60.6 % | 1=20 % |
| schlecht     | 13=39.3 % | 4=80 % |

Tabelle 11: Vergleich des Therapieerfolgs für Varus und Valgusverbiegungen bei Kindern unter und über 10 Jahren.

Faßt man konservativ und operativ behandelte Oberschenkelfrakturen zusammen, ebenfalls in Altersgruppen unter und über 10 Jahre, so ist der Unterschied signifikant. Es konnte nachgewiesen werden, daß jüngere Kinder einen besseren Ausgleich der Varus- und Valgusverbiegungen zeigen als ältere Kinder ( $P = < 0.01$ )

Alter b. Fraktur      < 10 Jahre      > 10 Jahre

|              |           |           |
|--------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat. | 34        | 13        |
| Th. erfolg   |           |           |
| gut          | 20=58.8 % | 3=23.0 %  |
| schlecht     | 14=41.1 % | 10=76.9 % |

Tabelle 12: Vergleich des Therapieerfolgs für Fehlstellungen in der Frontalebene für Kinder unter und über 10 Jahren. ( $P = < 0.01$ )

Abhängigkeit von Art und Lage der Fraktur auf die Korrektur von Varus- und Valgusverbiegungen.

Mit 70,2 % sind auch in diesem Patientengut die Frakturen im mittleren Drittel des Oberschenkels am häufigsten (siehe Tab. 5). Der Anteil der Frakturen im unteren und oberen Drittel beträgt jeweils 14,9 %. Quer- und Schrägbrüche zeigen mit je 48,9 % die gleiche Verteilung. Unterschiede im Therapieerfolg konnten im Bezug auf die Lage der Fraktur

für Varus- und Valgusverbiegungen nicht nachgewiesen werden. Es bestand kein Unterschied im Ausgleich der Verbiegungen bei den verschiedenen Arten der Frakturen.

### Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Geschlecht

Mit 66 % (31 Patienten) stellten die Jungen den größten Anteil der Oberschenkelfrakturen. Der Anteil der Mädchen betrug 34 % (16 Patienten). Bei den Untersuchungen konnte kein Unterschied im Ausgleich der Verbiegungen in Abhängigkeit vom Geschlecht der Pat. gefunden werden.

### e. Korrektur von Ante und Recurvationen

Ante- und Recurvationen wurden bei der Auswertung des Materials zusammengefaßt. Von 47 Patienten zeigten 6 Patienten keine Verbiegung in der Sagittalebene bei Entlassung. Da der Oberschenkel physiologisch eine nach vorn konvexe Krümmung des Schaftes aufweist, die beim Neugeborenen noch nicht vorhanden ist, und vom 2. Lebensjahr ab durch Muskelzug und Belastung langsam zunimmt, (Lanz- Wachsmuth) wurden die Normwerte für die Ante- und Recurvationen durch Vergleich mit der gesunden Seite festgestellt. Die nach vorn konvexe Krümmung des Schaftes liegt beim 8 jährigen Kind normalerweise bei 8 Grad. Für die Recurvationen bedeutet dieses, daß zu den gemessenen Verbiegungsgraden die physiologische konvexe Krümmung des Schaftes addiert werden muß.

21 der Patienten zeigten einen guten Therapieerfolg (d. h. volle Korrektur bis 3 Grad Restverbiegung) 20 Patienten wiesen bei der Nachuntersuchung

Verbiegungen von 4 Grad und mehr auf. Die stärksten Antekurvationen, die sich voll ausglich, waren zwei Verbiegungen von 16 und 14 Grad bei zwei Knaben im Alter von 2 Jahren bei einer Nachuntersuchungszeit bei beiden Kindern von 8 Jahren. Zwei Antekurvationen bei Kindern von 4 und 5 Jahren mit Winkeln von 22 und 16 Grad zeigten keine Tendenz zur Korrektur. Sie waren beide kombiniert mit Varusfehlstellung. Die Nachuntersuchung bei diesen Kindern lag 4 bzw. 6 Jahre nach der Entlassung. Es erfolgte jedoch bei Beiden ein vollständiger Ausgleich der Varusverbiegung. Bei zwei älteren Kindern von 13 und 14 Jahren mit einer Revurvation von 22 bzw. einer Antekurvations von 28 Grad fand sich ebenfalls keine Korrektur. Auch hier waren beide Verbiegungen kombiniert mit Valgusverbiegungen.

Die möglichen Faktoren, die die Korrektur der Ante- und Recurvationen beeinflussen, brachten folgende Ergebnisse:

#### Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Verbiegungsgrad

| Verbieg. z. Zt.<br>der Entlassung | ◀ 10 Grad | ▶ 10 Grad |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                      | 23        | 18        |
| Th. erfolg<br>gut                 | 18=78.2 % | 3=16.0 %  |
| schlecht                          | 5=21.7 %  | 15=83.3 % |

Tabelle 13: Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Ante- und Recurvationen vom Verbiegungsgrad bei Entlassung ( $P < 0.01$ )

Die Einteilung der Ante- und Recurvationen erfolgte in Verbiegungen unter und über 10 Grad. Wie in Tabelle 14 zu ersehen ist, haben die Verbiegungen unter 10 Grad einen signifikant besseren Therapieerfolg mit 78,26 % als die Verbiegungen über 10 Grad. ( $P < 0.01$ ). Faßt man konservativ und operativ behandelte Oberschenkelfrakturen zusammen,

so kann auch hier mit ausreichender Sicherheit behauptet werden, (Sicherheitsgrenze bei 5 %) daß die Verbiegungen unter 10 Grad den besseren Therapieerfolg zeigen. ( $P = < 0.01$ ). Die mittlere Winkelkorrektur betrug 4,26 Grad.

| Verbieg. z. Zt.<br>der Entlassung | < 10 Grad | > 10 Grad |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| mittl. Verbieg.<br>bei Entlassung | 5,82      | 18,22     |
| bei Nachuntersuchg.               | 1,56      | 11,72     |
| Differenz                         | 4,26      | 6,50      |
| mittl. Winkel-<br>korrektur       | 72.4 %    | 35.7 %    |

Tabelle 14: mittlere Winkelkorrektur für Ane- und Recurvationen unter und über 10 Grad

Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter und Geschlecht des Patienten, Lage und Art der Fraktur.

| Alterdd. Pat.<br>bei Fraktur | < 10 Jahre | > 10 Jahre |
|------------------------------|------------|------------|
| Zahl d. Pat.                 | 34         | 7          |
| Th. erfolg<br>gut            | 19=55.8 %  | 2=28 %     |
| schlecht                     | 15=44.1 %  | 5=71 %     |

Tabelle 15: Einfluß des Patientenalters bei Fraktur auf den Therapieerfolg von Ante- und Recurvationen

Das Alter der Kinder zur Zeit der Verletzung hatte keinen Einfluß auf die Winkelkorrektur der Ante- und Recurvationen.

Ebenso fand sich kein signifikanter Unterschied für die Winkelkorrektur zwischen den Frakturen im mittleren und unteren Drittel. Der Therapieerfolg war Quer- und Schrägbrüche gleich.

Knaben zeigen den gleichen Korrekturgrad wie Mädchen.

#### f. Längenwachstum nach Femurschaftfrakturen

Von den unterschiedlichen Patienten hatten nach der Auswertung der Röntgenbilder bei der Entlassung 10 Patienten seitengleiche Beinlängen. 37 zeigten Verkürzungen zwischen 5 und 60 mm. Bei der Nachuntersuchung nach n- Jahren, MW 5,33 Jahre, konnte bei 12 Patienten seitengleiche Beinlängen gemessen werden. 22 Patienten hatten Verlängerungen oder Verkürzungen bis zu 10 mm, 6 Patienten bis zu 15 mm, und 7 Patienten über 20 mm. Die Tabelle gibt einen Aufschluß über die Längendifferenzen bei Entlassung und Nachuntersuchung.

#### Längendifferenz

| Differenz i. mm | bei Entlassung |        | bei Nachuntersuchung |       |        |
|-----------------|----------------|--------|----------------------|-------|--------|
|                 | Zahl d. Pat.   | Proz.  | Zahl d. Pat.         | Proz. |        |
|                 | -              | +      | -                    | +     |        |
| 0.0 mm          | 10             | 21.3 % | 12                   |       | 25.5 % |
| 5 mm            | 5              | 10.6   | 3                    | 4     | 14.9   |
| 10 mm           | 8              | 17.0   | 4                    | 11    | 31.9   |
| 15 mm           | 8              | 17.0   | 1                    | 5     | 12.7   |
| 20 mm           | 6              | 12.8   | 1                    | 1     | 2.1    |
| 25 mm           | 4              | 8.5    | 2                    | 1     | 6.3    |
| 30 mm           | 2              | 4.3    | 2                    | 1     | 6.3    |
| 40 mm           | 1              | 2.1    |                      |       |        |
| 45 mm           | 2              | 4.3    |                      |       |        |
| 60 mm           | 1              | 2.1    |                      |       |        |

Tabelle 16: Vergleich der gemessenen Längendifferenzen bei Entlassung und Nachuntersuchung. (- Verkürzung, + Verlängerung.)

Der mittlere Längenzuwachs des Femur betrug in den Untersuchungen 15,48 mm MW. Ein 11 jähriger und ein 13 jähriger Knabe waren die einzigen Fälle, in denen kein Zuwachs erfolgte. Hier fand eine zunehmende Verkürzung von 5 mm bzw. 15 mm des gebrochenen Femurs im Vergleich zur anderen Seite statt. Es handelte sich in beiden Fällen um Frakturen im mittleren Drittel, im ersten Mal um eine Schräg-, im zweiten Fall um eine Querfraktur. In allen anderen Fällen erfolgte ein Längenzuwachs des frakturierten Oberschenkels. Der stärkste Zuwachs mit 37 mm fand sich bei einem 7 Jahre alten Mädchen mit einer Schrägfraktur im mittleren Drittel. : Zuwachs von -25 mm bei Entlassung auf +12 mm nach 5 Jahren. 2. Fall: ein drei Jahre altes Mädchen mit einer Querfraktur im mittleren Drittel und mit einer Verkürzung von -20 mm bei Entlassung. Längenzuwachs von -20 mm auf +10 mm nach 4 Jahren.

Als mögliche Faktoren, die einen Einfluß auf den Längenzuwachs des Femur ausüben können, wurde die Abhängigkeit vom Ausmaß der Verkürzung bei Entlassung, vom Alter des Kindes, der Lage, der Art der Fraktur und vom Geschlecht des Kindes untersucht.

Abhängigkeit vom Ausmaß der Verkürzung bei Entlassung

| Verkürzung<br>b. Entlassung | ◀ 10 mm   | ▶ 10 mm   |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                | 23        | 24        |
| Th. erfolg                  |           |           |
| gut                         | 18=78.2 % | 19=79.1 % |
| schlecht                    | 5=21.7 %  | 5=20.8 %  |

Tabelle 17: Einfluß der Stärke der Verkürzung bei Entlassung auf den Längenausgleich

In Tabelle 18 ist die Abhängigkeit des Längenwachstums von der Stärke der Verkürzung bei Entlassung dargestellt. Verkürzungen über 10 mm zeigten einen mittl. Längenzuwachs von 18,54 mm, Verkürzungen unter 10 mm jedoch nur von 12,51 mm. Durch dieses stärkere Längenwachstum in der ersten Gruppe war der Therapieerfolg mit 78,2 zu 79,1 % in beiden Gruppen annähernd gleich.

| Verkürzung<br>b. Entlassung         | < 10 mm | > 10 mm  |
|-------------------------------------|---------|----------|
| mittl. Längendiff.<br>b. Entlassung | 4,57    | 25,25 mm |
| b. Nachuntersuchg. 8.57             |         | 12,46 mm |
| mittl. Längen-<br>zuwachs           | 12,51   | 18,54 mm |

Tabelle 18: mittl. Längenzuwachs nach Oberschenkelchaftfrakturen in Abhängigkeit von der Stärke der Verkürzung b. Entlassung

#### Abhängigkeit vom Alter des Kindes bei Fraktur

Bei Aufteilung der Kinder in Altersgruppen von 2 - 5, 5 - 10 und über 10 Jahre bei annähernd gleicher Verteilung der Patientenzahl in den drei Gruppen, fand sich die größte Zuwachsrate bei den Kindern von 2 - 5 Jahren mit 18,65 mm. (Tabelle 19)

Alter d. Pat. Zahl d. Pat. mittl. Längenzuwachs  
bei Fraktur

|            |    |          |
|------------|----|----------|
| 2-5 Jahre  | 20 | 18,65 mm |
| 5-10 Jahre | 15 | 14,80 mm |
| 10 Jahre   | 12 | 11,91 mm |

Tabelle 19: mittlerer Längenzuwachs des frakturierten Oberschenkels bei Kindern in den verschiedenen Altersgruppen

Teilt man die Kinder in zwei Altersgruppen unter und über 8 Jahre ein, so kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden (Tabelle 20), daß Kinder unter 8 Jahren Verkürzungen am Oberschenkel besser ausgleichen als ältere Kinder. ( $P = < 0.01$ )

Ein guter Therapieerfolg fand sich in der ersten Gruppe bei 88 %, in der zweiten nur bei 53,84 % der Kinder.

| Alter b. Fraktur | ◀ 8 Jahre | ▶ 8 Jahre |
|------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.     | 34        | 13        |
| Ther. erfolg     |           |           |
| gut              | 30=88 %   | 7=53,8 %  |
| schlecht         | 4=11,7 %  | 6=46,5 %  |

Tabelle 20: Einfluß des Patientenalters bei Fraktur auf den Längenausgleich ( $P = < 0.01$ )

#### Abhängigkeit von der Art der Fraktur

In dem Patientengut wurde kein signifikanter Unterschied im Wachstumszuwachs zwischen den Quer- und Schrägfrakturen gefunden.

#### Abhängigkeit von der Lage der Fraktur

Bei Frakturen im mittleren und unteren Drittel des Oberschenkels war der Längenzuwachs annähernd gleich mit Mittelwerten von 17,54 bzw. 17,28 mm, im Unterschied zu den Frakturen im oberen Drittel, die mit 3,31 mm Unterschied eine geringere Wachstumstendenz zeigten. Bezogen auf den Therapieerfolg bestand zwischen Frakturen im mittleren Drittel und Randbrüchen kein signifikanter Unterschied.

| Lage der Fraktur | Zahl d. Pat. | mittl. Längenzuwachs<br>in mm |
|------------------|--------------|-------------------------------|
| mittl. Drittel   | 33           | 17,54 mm                      |
| unteres Drittel  | 7            | 17,28 mm                      |
| oberes Drittel   | 7            | 14,15 mm                      |

Tabelle 21: mittlerer Längenzuwachs für die Frakturen in verschiedenen Lagen.

### Abhängigkeit vom Geschlecht des Kindes

Bei beiden Geschlechtern zeigte sich der gleiche Längenzuwachs am frakturierten Femur.

Ein Vergleich zwischen konservativ und operativ behandelten Oberschenkelfrakturen brachte folgendes Ergebnis:

Es kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden ( $P = < 0.01$ ), daß sich bei den konservativ behandelten Oberschenkelfrakturen in Bezug auf den Kängenausgleich des Femurs ein besseres Therapieergebnis erzielen läßt als bei den operativ behandelten Brücken. (Tabelle 22) In 78.7 % war bei der konservativen Therapie ein guter Erfolg zu verzeichnen gegenüber 44.8 % bei der operativen Methode. Der mittlere Längenzuwachs betrug 15.48 mm für die konservativ, 6.55 mm für die operativ behandelten Patienten bei einer mittl. Längendifferenz von 14.91 bzw. 10.86 mm bei Entlassung. (Tabelle 22a)

| Therapie     | konservativ | operativ   |
|--------------|-------------|------------|
| Zahl d. Pat. | 47          | 29         |
| Th. erfolg   |             |            |
| gut          | 37=78.72 %  | 13=44.82 % |
| schlecht     | 10=21.27 %  | 14=48.27 % |

Tabelle 22: Vergleich des Therapieerfolgs für den Längenausgleich in Abhängigkeit von der Art der Therapie ( $P = < 0.01$ )

| Therapie                                 | konservativ | operativ |
|------------------------------------------|-------------|----------|
| mittl. Längen<br>diff.<br>bei Entlassung | 14.91       | 10.86 mm |
| bei Nachunters.                          | 10.51       | 16.72 mm |
| mittl. Längen-<br>zuwachs                | 15.48       | 6.55 mm  |

Tabelle 22a: Vergleich der mittl. Längendifferenzen und des mittl. Längenzuwachses zwischen op. und konservativ behandelten Oberschenkelfrakturen.

g. Ergebnisse der klinischen Untersuchung

|                                                     | <u>konservativ</u> |         | <u>operativ</u> |         |
|-----------------------------------------------------|--------------------|---------|-----------------|---------|
|                                                     | Zahl               | Prozent | Zahl            | Prozent |
| subjektive Beschwerden<br>(Wetterwechsel, Belastg.) | 10                 | 21,2    | 7               | 24,1    |
| leichtes Reiben i. Kniegelenk                       | 2                  | 4,2     | 3               | 10,3    |
| Einschränkung der Beweglichkeit:<br>im Hüftgelenk   | 0                  | 0       | 5               | 17,2    |
| im Kniegelenk                                       | 4                  | 8,5     | 3               | 10,3    |
| Umfang vermehrt                                     | 4                  | 8,5     | 3               | 10,3    |
| vermindert                                          | 17                 | 36,1    | 12              | 41,3    |
| Skoliose                                            | 13                 | 27,6    | 3               | 10,3    |
| Bandlockerung Knie                                  | 1                  | 2,1     | 0               |         |
| Verlängerung des<br>Oberschenkels                   | 22                 | 46,8    | 4               | 13,7    |
| Verkürzung des<br>Oberschenkels                     | 13                 | 27,65   | 9               | 31      |
| keine Verlängerung<br>oder Verkürzung               | 12                 | 25,5    | 8               | 27,5    |
| Verlängerung im<br>Unterschenkel                    | 3                  | 6,3     | 0               |         |
| Verkürzung im<br>Unterschenkel                      | 2                  | 4,2     | 1               | 3,4     |
| Genu recurvatum                                     | 1                  | 2,1     | 0               |         |
| Genu valgum                                         | 4                  | 8,5     | 2               | 6,8     |
| Genu varum                                          | 1                  | 2,1     | 0               |         |
| O - Bein                                            | 1                  | 2,1     | 3               | 10,3    |
| X - Bein                                            | 0                  |         | 0               |         |
| Einbeinstand unsicher                               | 6                  | 12,7    | 8               | 27,5    |
| einseitiges Hinken                                  | 14                 | 29,8    | 3               | 10,3    |
| Rotationsfehlstellungen                             | 8                  | 17      | 1               | 3,4     |
| Coxa valga                                          | 0                  |         | 1               | 3,4     |

Tabelle 23: Klinische Ergebnisse der nachuntersuchten konservativ und operativ behandelten Oberschenkelfrakturen.

Die Tabelle bringt einen Vergleich der klinischen Ergebnisse zwischen konservativ und operativ behandelten Femurfrakturen. Bei der Untersuchung wurden Verlängerungen und Verkürzungen nicht nur am frakturierten Knochen, sondern auch an benachbarten bzw. angrenzenden Knochen gemessen. Bei den konservativ behandelten Oberschenkelfrakturen fanden sich 3 mal Verlängerungen und 3 mal Verkürzungen im Unterschenkel, bei den operativ behandelten eine Verkürzung im Unterschenkel. Unter den frei Verkürzungen im Unterschenkel waren zwei Verkürzungen kombiniert mit einer Verkürzung des frakturierten Oberschenkels, bei dem dritten Fall entsprach die Verkürzung des Unterschenkels dem Längenzuwachs des gebrochenen Femurs, so daß ein Ausgleich der Beinlänge erfolgte. Bei den Verlängerungen des Unterschenkels fand sich ein Fall, bei dem durch Zuwachs des Unterschenkels die Verkürzung im Oberschenkel bis auf 5 mm ausgeglichen wurde. Bei dem 2. Fall betrug der Zuwachs am Oberschenkel 10 mm, im Unterschenkel 5 mm bei einer Nachuntersuchungszeit nach 3 Jahren bei einem 9 jährigen Jungen. Bei dem dritten Fall wurde sowohl am Unterschenkel als auch am Oberschenkel eine Verlängerung von 5 mm gemessen. Eine Abhängigkeit der Wachstumsrate am Unterschenkel von der Art oder Lage der Oberschenkelfraktur wurde nicht gesehen.

In 4 Fällen bestand eine Genu valgum, in einem Fall eine Genu varum Fehlstellung, die klinisch relevant war. Bei den operativen Fällen betrug das Verhältnis Genu valgum zu Genu varum Fehlstellung 3 zu 1. Bei den 4 Genu valgum Fehlstellungen von  $7^{\circ}$ ,  $2 \times 12^{\circ}$ ,  $1 \times 14^{\circ}$  handelt es sich bei drei Fällen um starke verschobene, verkürzte Frakturen im unteren Drittel des Oberschenkels. Eine Genu valgum Fehlstellung von 12 Grad war kombiniert mit einem Innenrotationsfehler von 12 Grad.

Die klinischen Ergebnisse waren für die operativ behandelten Fälle eindeutig schlechter als für die konservativ behandelten Fälle. Rota-

tionsfehlstellungen wurden bei 8 konservativ und 1 operativen Fällen festgestellt. Die Differenz des Antetorsionswinkels wurde bei allen Kindern röntgenologisch nach Rippstein- Müller bestimmt. Bei 5 Kindern fanden sich nur geringe Rotationsfehler bis zu 6 Grad. Bei zwei Kindern wurde eine vermehrte Antetorsion von 12 und 14 Grad gemessen, was einem Innenrotationsfehler des distalen Fragments entspricht. Bei zwei Kindern war der Antetorsionswinkel auf der frakturierten Seite einmal um 10 und einmal um 18 Grad vermindert. Da von der Voruntersuchung keine Winkelmessungen vorlagen, läßt sich über eine Veränderung des Antetorsionswinkels keine Angabe machen. Ein weitgehender Ausgleich hat jedoch sicher nicht stattgefunden. 4 Fälle ( 8.51 %) wiesen einen Drehfehler von mehr als 6 Grad auf. Beschwerden verursachten diese Rotationsfehler bisher nicht.

## II. 2. Ergebnisse der konservativ behandelten Unterschenkel- frakturen

### a. Unfallursache, Alters- und Geschlechtsverteilung

Es wurden 80 Kinder, die im Zeitraum von 1964 bis 1973 verunfallten, mit Unterschenkelfrakturen nachuntersucht. In Tabelle 24 und 25 wurden die nachuntersuchten Patienten sowie die Ergebnisse der Krankengeschichten der nicht erschienenen Patienten zusammen ausgewertet.

Bei der Aufschlüsselung nach Alter und Geschlecht der Frakturen ist auch hier auffällig der Unterschied in der Unfallhäufigkeit zwischen Knaben und Mädchen, 81 Jungen (68 %) und 38 Mädchen (31,9 %) zogen sich in diesem Zeitraum eine Unterschenkelfraktur zu. Deutlich ist die Zunahme der Unfallhäufigkeit bei den Mädchen. Ordnet man die Patienten nach Altersgruppen, Geschlecht und Unfallhäufigkeit, so ergibt sich für die Knaben eine deutliche Zunahme der Unfälle zwischen dem 11. und 16. Lebensjahr, (68,60 %), während dieser Anstieg bei den Mädchen zwischen dem 6. und 10. Lebensjahr liegt (44,73 %). Mit 29,62 % folgen die Jungen der Altersgruppe von 6 bis 10 Jahren und mit 36,84 % die Mädchen der Altersgruppe von 11 bis 16 Jahren.

| Alter b. Frakt. | ♂   |      |       |        | ♀    |      |       |         | Reihen %    |
|-----------------|-----|------|-------|--------|------|------|-------|---------|-------------|
|                 | 1-5 | 6-10 | 11-16 | %      | 1-5  | 6-10 | 11-16 | %       |             |
| Unfallursache   |     |      |       |        |      |      |       |         |             |
| Häusl. Unfall   | 1   | 1    | 1     | 3.7    | 1    |      |       | 2.6     | 3.36 %      |
| Schulunfall     |     |      | 1     |        |      | 1    |       | 2.6     | 1.6         |
| Spielunfall     |     | 6    | 8     | 17.2   |      | 4    | 3     | 21.0    | 18.4        |
| Verkehrsunf.    | 3   | 9    | 20    | 39.5   | 3    | 9    | 4     | 42.1    | 40.3        |
| Fahrradunfall   | 2   |      | 1     | 3.7    |      |      | 1     | 2.6     | 3.36        |
| Sportunfall     | 3   | 7    | 15    | 27.1   | 1    | 4    | 6     | 28.9    | 27.7        |
| sonst. Unfall   |     | 1    | 5     | 7.4    |      |      |       |         |             |
| Summe           | :   | 6    | 24    | 51     | = 81 | 7    | 17    | 14 = 38 | 119 = 100 % |
|                 |     |      |       | 68.0 % |      |      |       | 31.9 %  |             |

Tabelle 24: Unfallursachen nach Altersgruppen und Geschlecht für Unterschenkelfrakturen von 1964 - 1973

b. Bei den Unfallursachen wurde unterschieden zwischen:

1. Verkehrsunfällen
2. Sportunfällen
3. Spielunfällen
4. Häuslichen Unfällen
5. Fahrradunfällen
6. Schulunfällen
7. sonstigen Unfällen

In der Unfallhäufigkeit liegen die Verkehrsunfälle mit 39.5 % bei den Jungen und 42.1 % bei den Mädchen an der Spitze.

Bei den Knaben liegt der größte Anteil der Verkehrsunfälle in der Altersgruppe von 11 bis 16 Jahren mit 62.5 %, bei den Mädchen mit 56 % in der Altersgruppe von 6 bis 10 Jahren. An zweiter Stelle folgen die Sportunfälle mit 27.1 % bei den Jungen und 28.9 % bei den Mädchen. Hier liegt der größte Anteil der Unfälle bei beiden Geschlechtern in der Altersgruppe von 11 bis 16 Jahren, nämlich mit 69.2 % zu 54.5 %. Es folgen mit 17.2 % bei den Jungen und 21 % bei den Mädchen die Spielunfälle, während häusliche, Schul-, Fahrradunfälle in der prozentualen Verteilung annähernd gleich sind bei beiden Geschlechtern.

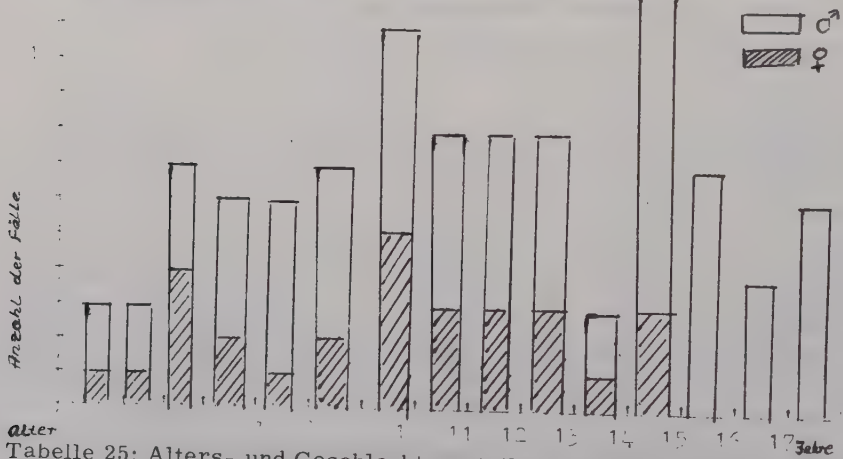


Tabelle 25: Alters- und Geschlechtsverteilung der Unterschenkelfrakturen

### c. Behandlung

Die Therapie der kindlichen Unterschenkelfrakturen war konservativ und nur in Ausnahmefällen operativ. Das zeigt das Verhältnis der konservativen zu den operativen Therapiemethoden von 94 zu 6 %. (Die Zahlen sind in der Literatur ähnlich niedrig. Bei Weber waren es 1973 3.6 % operativ versorgte Fälle. (Feldkamp, Müller, Schreiber) In den Jahren von 1964 bis 1973 wurden folgende Therapiemethoden angewandt:

1. Reposition und Oberschenkelgips in 51 Fällen
2. Drahtextension, Gips in 34 Fällen.

Die Tabellen 26 und 27 geben einen Überblick über die angewandte Therapie bei Kindern in den verschiedenen Altersgruppen und über die Behandlung von 1964 - 1973 unterteilt in Zeiträume von zwei Jahren.

|         | Reposition<br>Gips | Drahtzug<br>Gips |
|---------|--------------------|------------------|
| 1964/65 | 14                 | 3                |
| 1966/67 | 10                 | 7                |
| 1968/69 | 8                  | 7                |
| 1970/71 | 8                  | 12               |
| 1972/73 | 11                 | 5                |
| Summe   | 51                 | 34               |

Tabelle 26: Therapie der Unterschenkelfrakturen von 1964 bis 1973.

| Alter in Jahren                | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17   |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Reposition<br>Gips             | 1 | 2 | 5 | 4 | 2 | 4 | 7 | 4  | 6  | 6  | 1  | 3  | 4  | 2  | = 51 |
| Reposition<br>Drahtzug<br>Gips |   | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3  | 3  | 3  | 4  | 2  | 3  |    | = 34 |

Tabelle 27: Therapie der Unterschenkelfrakturen bei Kindern der verschiedenen Altersgruppen

Ein operatives Vorgehen erfolgte bei folgenden Indikationen:

- 1.: wenn keine ausreichende Knochenachse auf konservativem Weg erreicht werden konnte,
- 2.: bei Brüchen mit Repositionshindernissen
- 3.: bei offenen Knochenverletzungen mit guten Weichteilverhältnissen
- 4.: bei Mehrfachverletzungen
- 5.: bei Pseudarthrosen und in Fehlstellung verheilten Brüchen
- 6.: bei metaphysären Frakturen, die nicht exakt eingerichtet werden konnten.

Als Osteosynthesematerial wurden Spickdrähte, Schrauben (im Bergmannsheil Bochum), Rush Pin oder Drahtcerclagen (bei den auswärts versorgten Patienten) angewandt, wobei es nicht so sehr auf die Übungsstabilität ankam, sondern eine Osteosynthese nach Maß durchgeführt wurde: d. h. nicht mehr als nötig Osteosynthesematerial, zusätzliche Gipsfixation je älter um so exakter und stabiler. In 4 Fällen, in denen der Knochen durch Voroperationen oder Erkrankungen geschwächt war, wurde durch eine Plattenosteosynthese eine genügende Stabilität erreicht.

Für die Behandlung der Pseudarthrosen ( 5 Fälle) wurden zur Stabilisierung der Falschgelenke im Schaftbereich vorwiegend Platten verwandt. Zusätzlich wurde (bei allen 5 Fällen) autologe Beckenkamm-spongiosa zur Aktivierung der Osteogenese angelagert.

Das Durchschnittsalter der operativ behandelten Kinder lag bei 5.10 Jahren MW.

#### d. Korrektur von Varus und Valgusverbiegungen am Unterschenkel

Von 80 nachuntersuchten Unterschenkelfrakturen hatten 25 Kinder bei der Entlassung keine Verbiegung, 28 Kinder eine Valgus-, 27 Kinder eine Varusverbiegung. Bei 14 Valgus und 18 Varusverbiegungen betrug der Verbiegungsgrad mehr als 5 Grad, unter 5 Grad fanden sich 13 Valgus- und 12 Varusverbiegungen.

Bei der Nachuntersuchung war der Therapieerfolg gut, d.h. vollständige Korrektur bis 3 Grad Restverbiegung bei 10 Valgus- und 20 Varusverbiegungen. Ein schlechter Therapieerfolg fand sich (mehr als 4 Grad Restverbiegung) bei 17 Valgus- und 8 Varusverbiegungen. Faßt man Varus und Valgusfehlstellungen zusammen, so lag bei insgesamt 30 Patienten bei der Nachuntersuchung eine volle Korrektur vor.

Fünf Valgusverbiegungen von jeweils 8 Grad zeigten keine Tendenz zur Korrektur. Von diesen 5 Fällen waren 4 kombiniert mit einer Recurvaton ein Fall mit einer Antekurvaton. Das Alter dieser Kinder lag zwischen 11 und 16 Jahren. Nur in einem der Fälle fand ein vollständiger Ausgleich der Verbiegung in der Sagittalebene statt. Die anderen 4 Kinder zeigten

auch in der Sagittalebene keinen Ausgleich der Verbiegung. Drei Varusverbiegungen zeigten keine bzw. nur eine geringe Tendenz zur Korrektur. Es handelte sich um zwei Fehlstellungen von 10 Grad. und eine Fehlstellung von 6 Grad. Alle drei Fälle waren kombiniert mit einer Recurvatur, die sich bei zwei Fällen nach 6 und 8 Jahren um 50 % ausglich, bei dem dritten Fall nach zwei Jahren sich um 4 Grad verstärkt hatte. Es handelte sich um zwei Schrägbrüche im unteren Drittel, und einen Querbruch im mittleren Drittel. Das Alter der Kinder lag bei 8, 9 und 10 Jahren.

Die größte vollständige Varuskorrektur von 10 auf 0 Grad wurde bei einem 8 Jahre alten Jungen gesehen, mit einer Schrägfraktur im mittleren Drittel bei einer Nachuntersuchungszeit von 7 Jahren, die größte vollständige Valguskorrektur von 8 auf 0 Grad bei einem 11 Jahre alten Jungen mit einer Schrägfraktur im unteren Drittel bei einer Nachuntersuchung nach 10 Jahren. Hier hatte sich die gleichzeitig bestehende Recurvatur von 4 Grad ebenfalls vollständig ausgeglichen.

| Lage der Fraktur         | Zahl d. Pat. | Art der Fraktur     | Zahl d. Pat. | Geschlecht der Pat. | Zahl d. Pat. |
|--------------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| unteres Drittel          | 30=37,5 %    | Querfr.             | 34=42,5 %    | männlich            | 54=67,5 %    |
| mittl. Drittel           | 36=45 %      | Schrägfr.           | 37=46,3 %    | weiblich            | 26=32,5 %    |
| oberes Drittel           | 14=17,5 %    |                     | 9=11,3 %     |                     |              |
| mittl. Alter 10,01 Jahre |              | mittl. Schlußbefund | 5,97 Jahre   |                     |              |

Tabelle 28: Prozentuale Verteilung der Unterschenkelfrakturen (konservativ behandelt) für Lage, Art der Fraktur und Geschlecht der Kinder

Es wurde untersucht die Abhängigkeit des Therapieerfolges für Varus und Valgusverbiegungen:

- 1.: vom Verbiegungsgrad. Die Einteilung erfolgte in Verbiegungen unter und über 5 Grad
- 2.: die Abhängigkeit vom Alter des Kindes bei Fraktur für Kinder unter und über 10 Jahren
- 3.: die Abhängigkeit von der Art der Fraktur
- 4.: die Abhängigkeit von der Lage der Fraktur
- 5.: die Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Geschlecht des Kindes.

Wir erhielten folgende Ergebnisse:

Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Varus und Valgusverbiegungen vom Verbiegungsgrad

| Verbiegung<br>b. Entlassung | ◀ 5 Grad | ▶ 5 Grad  |
|-----------------------------|----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                | 10       | 18        |
| Th. erfolg<br>gut           | 8=80 %   | 12=66.6 % |
| schlecht                    | 2=20 %   | 6=33.3 %  |

Tabelle 29: Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Varusverbiegungen vom Verbiegungsgrad

Für Valgusverbiegungen kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden (  $P = 0,01$  ), daß Verbiegungen unter 5 Grad einen besseren Therapieerfolg zeigen als Verbiegungen über 5 Grad. Für Varusverbiegungen ist dieser Unterschied nicht signifikant. Tab. 30 und 29.

| Verbiegung<br>z. Zt. d.<br>Entlassung | < 5 Grad  | > 5 Grad   |
|---------------------------------------|-----------|------------|
| Zahl d. Pat.                          | 13        | 14         |
| Th. erfolg<br>gut                     | 9=69.23 % | 1=7.14 %   |
| schlecht                              | 4=30.76 % | 13=92.85 % |

Tabelle 30: Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Valgusverbiegungen vom Verbiegungsgrad ( $P = < 0,01$ )

Faßt man Varus und Valgusverbiegungen über und unter 5 Grad zusammen, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied für die beiden Verbiegungsgruppen, d. h. Varus und Valgusverbiegungen unter 5 Grad haben einen besseren Therapieerfolg als Verbiegungen über 5 Grad ( $P = < 0,01$ ).

| Varus und<br>Valgusverbieg. | < 5 Grad  | > 5 Grad  |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                | 23        | 32        |
| Ther. erfolg<br>gut         | 17=73.9 % | 13=40.6 % |
| schlecht                    | 6=26 %    | 19=59.3 % |

Tabelle 31: Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Verbiegungen in der Frontalebene vom Verbiegungsgrad ( $P = < 0,01$ )

Vergleicht man den Therapieerfolg von X und O - Verbiegungen untereinander, so zeigen O-Verbiegungen einen signifikant besseren Erfolg als X-Verbiegungen bei einer Sicherheitsgrenze von 5 % nach dem Test von Le Roy.

| Art d.<br>Verbiegung | Varus     | Valgus    |
|----------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.         | 31        | 37        |
| Ther. erfolg<br>gut  | 21=67.7 % | 13=35.1 % |
| schlecht             | 10=32.2 % | 26=64.8 % |

Tabelle 32: Vergleich d. Therapieerfolgs für Varus und Valgusverbiegungen (Varusverbiegungen signifikant besser ausgeglichen als Valgusverb. Test Le Roy  $R > 7.8$ )

Eine Zusammenfassung von konservativ und operativ behandelten Unterschenkelfrakturen ergibt Folgendes:

Verbiegungen unter 5 Grad werden signifikant besser ausgeglichen als stärkere Verbiegungen, Valgusverbiegungen unter 5 Grad werden ebenfalls signifikant besser ausgeglichen als Verbiegungen über 5 Grad. Für Varusverbiegungen konnte dieses nicht nachgewiesen werden.

Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter des Kinder zur Zeit der Fraktur

| Alter b.<br>Fraktur | Zahl d. Pat.<br>Summe/ohne Verbiegung |    | Ther. erfolg<br>gut      schlecht |           |
|---------------------|---------------------------------------|----|-----------------------------------|-----------|
| 3-5 Jahre           | 11                                    | 4  | 3=42.8 %                          | 4=57.1 %  |
| 5-10 Jahre          | 34                                    | 7  | 15=55.5 %                         | 12=44.4 % |
| 10 Jahre            | 35                                    | 13 | 12=54.5 %                         | 10=45.4 % |

Tabelle 33: Einfluß des Patientenalters bei Fraktur auf den Therapieerfolg von Varus und Valgusverbiegungen des Unterschenkels

Das Ausmaß der Korrektur der Achsenverbiegungen in der Frontalebene war nicht abhängig vom Alter der Kinder bei Fraktur. Der Therapieerfolg

war für die drei Gruppen von 3 bis 5, 5 bis 10 und über 10 Jahre annähernd gleich. Bei Aufteilung der Kinder in Altersgruppen unter und über 10 Jahre konnte kein Unterschied im Therapieerfolg in Abhängigkeit vom Alter gefunden werden.

| Alter b.<br>Fraktur | ≤ 10 Jahre | > 10 Jahre |
|---------------------|------------|------------|
| Zahl d. Pat.        | 45         | 35         |
| ohne Verbieg.       | 11         | 13         |
| Ther.               |            |            |
| gut                 | 18=52.9 %  | 12=54.5 %  |
| schlecht            | 16=47 %    | 10=45.4 %  |

Tabelle 34: Vergleich des Therapieerfolges für Varus- Valgusverbiegungen bei Kindern unter und über 10 Jahren

Abhängigkeit von Art und Lage der Fraktur auf die Korrektur von Varus und Valgusverbiegungen

Mit 45 % waren in unserem Patientengut die Frakturen im mittleren Drittel des Unterschenkels am häufigsten. (siehe Tabelle 28) Der Anteil der Frakturen im unteren und oberen Drittel betrug 37.5 bzw. 17.5 %. Quer- und Schrägbrüche zeigten mit 42.5 und 46.3 % annähernd die gleiche Verteilung. Unterschiede im Therapieerfolg konnten weder in Abhängigkeit von der Lage der Fraktur noch von der Art der Fraktur nachgewiesen werden.

Abhängigkeit des Therapieerfolges vom Geschlecht

Mit 67.5 % ( = 54 Patienten) stellten die Knaben den größten Anteil der Unterschenkelfrakturen. Der Anteil der Mädchen betrug 32.5 % ( = 26 Patienten). Bei den konservativ behandelten Unterschenkelfrakturen

konnte kein Unterschied im Ausgleich der Verbiegungen in Abhängigkeit vom Geschlecht gefunden werden.

Faßt man operativ und konservativ behandelte Fälle zusammen, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied im Therapieerfolg: Mädchen gleichen Varus und Valgusverbiegungen im Unterschenkel besser aus als Knaben. ( $P = < 0.01$ )

| Geschlecht                    | männlich  | weiblich |
|-------------------------------|-----------|----------|
| Zahl d. Pat.<br>ohne Verbieg. | 21        | 9        |
| Ther. erfolg<br>gut           | 20=40.8 % | 14=70 %  |
| schlecht                      | 29=59.1 % | 6=30 %   |

Tabelle 35: Abhängigkeit vom Geschlecht d. Kindes für Varus und Valgusverbiegungen (Mädchen gleichen Verbiegungen signifikant besser aus  $P = < 0.01$ )

#### e. Korrektur von Ante- und Recurvationen

Von 80 Kindern wiesen bei der Entlassung 17 keine Verbiegung in der Sagittalebene auf, 51 eine Recurvatur und 12 Kinder eine Antekurvatur. Bei der Nachuntersuchung nach n- Jahren (MW 5,97 Jahre) zeigten 27 Recurvationen und 8 Antekurvationen einen guten Therapieerfolg, d. h. volle Korrektur bis 3 Grad Restverbiegung, 24 Recurvationen und 4 Antekurvationen Verbiegungen von 4 Grad und mehr.

Die stärkste Fehlstellung, die sich voll korrigierte, war eine Recurvatur von 15 Grad bei einem 10 jährigen Jungen mit einer Querfraktur im unteren Drittel bei einer Nachuntersuchung nach 6 Jahren.

Bei einem 15 jährigen Jungen mit einer Querfraktur im oberen Drittel erfolgte innerhalb von 3 Jahren eine Korrektur der Recurvation von 12 auf 4 Grad, die bestehende gleichzeitige Valgusverbiegung wurde von 8 auf 4 Grad ausgeglichen.

Keine Korrektur der Recurvation fand sich bei einem 9 und 14 Jahre alten Jungen mit Frakturen im mittleren und unteren Drittel (Schräg-Querfraktur) bei einer Nachuntersuchung nach 10 Jahren. Bei dem 9 jährigen Jungen war die Recurvation von 12 Grad kombiniert mit einer Valgusfehlstellung von 6 Grad, die sich ebenfalls nur um 2 Grad ausglich. Bei dem 14 jährigen Jungen bestand keine Verbiegung in der Frontalebene.

Die möglichen Frakturen, die die Korrektur der Ante- und Recurvationen beeinflussen, brachten folgende Ergebnisse:

Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Verbiegungsgrad

| Recurvation<br>b. Entlassung | ◀ 5 Grad  | ▶ 5 Grad  |
|------------------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                 | 21        | 30        |
| Ther. erfolg<br>gut          | 19=90.4 % | 8=26.6 %  |
| schlecht                     | 2= 9.5 %  | 22=73.3 % |

Tabelle 36: Abhängigkeit für den Ausgleich der Recurvationen vom Verbiegungsgrad (Verbiegungen unter 5 Grad significant besser ausgeglichen  $P < 0.01$ )

Die Einteilung der Ante- und Recurvationen erfolgt in Verbiegungen unter und über 5 Grad. Für Recurvationen kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden, daß Verbiegungen unter 5 Grad einen signifikant besseren Therapieerfolg mit 90.4 % zu 9.5 % aufweisen als Verbiegungen über 5 Grad. (siehe Tabelle 36) ( $P < 0.01$ )

Für die Antekurvationen kann dieses auf Grund des geringen Zahlenmaterials nicht nachgewiesen werden.

Faßt man Ante- und Recurvationen zusammen in Verbiegungen unter und über 5 Grad, so läßt sich für beide Gruppen nachweisen, daß Verbiegungen unter 5 Grad sich signifikant besser ausgleichen als stärkere Verbiegungen. ( $P \leq 0,01$ ) Tabelle 37.

| Recurvation u.<br>Antecurvations<br>b. Entlassung | < 5 Grad  | > 5 Grad  |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Pat.                                      | 25        | 37        |
| Ther. erfolg<br>gut                               | 22=88.0 % | 13=35.1 % |
| schlecht                                          | 3=12 %    | 24=64.8 % |

Tabelle 37: Abhängigkeit vom Verbiegungsgrad bei Entlassung für die Korrektur von Ante- und Recurvationen (Verbiegungen unter 5 Grad signifikant besser ausgeglichen  $P \leq 0,01$ )

Eine Zusammenfassung der konservativ und operativ behandelten Fälle brachte folgendes Ergebnis:

Ante- und Recurvationen unter 5 Grad werden signifikant besser ausgeglichen als Verbiegungen über 5 Grad. Recurvationen unter 5 Grad werden besser ausgeglichen als Antekurvationen. ( $P \leq 0,01$ )

Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter und Geschlecht des Kindes, Lage und Art der Fraktur.

Das Alter der Kinder zur Zeit der Fraktur hatte keinen Einfluß auf die Winkelkorrektur der Ante- und Recurvationen.

Ebenso fand sich kein Unterschied in der Winkelkorrektur für die Frakturen im mittleren und untern Drittel.

Der Therapieerfolg war für Quer- und Schrägbrüche gleich. Jungen zeigten den gleichen Korrekturgrad wie die Mädchen. Faßt man konservativ und operativ behandelte Unterschenkelfrakturen zusammen, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied für die Winkelkorrektur zwischen Mädchen und Knaben. Mädchen zeigen mit 69.5 % zu 44.2 % bei den Knaben einen signifikant besseren Therapieerfolg als die Jungen. (  $P < 0.01$  )

| Geschlecht   | männlich  | weiblich  |
|--------------|-----------|-----------|
| Zahl d. Patl | 52        | 23        |
| Ther. erfolg |           |           |
| gut          | 23=44.2 % | 16=69.5 % |
| schlecht     | 29=55.7 % | 7=30.4 %  |

Tabelle 38: Abhängigkeit des Therapieerfolgs für Ante- und Recurvationen vom Geschlecht (Mädchen haben significant besseren Ausgleich  $P < 0.01$ )

Die Untersuchung des Winkelausgleichs in Abhängigkeit von der Art der Verbiegung brachte folgendes Ergebnis:

Bei einer Sicherheitsgrenze von  $\alpha = 5\%$  läßt sich ein Unterschied im Winkelausgleich von der Art der Fehlstellung sichern, d. h. Antekurvationen werden bei den Unterschenkelfrakturen besser ausgeglichen als Recurvationen (Test nach Le Roy -  $R > 7.8$ ).

| Art d. Verbiegung | Antecurvations | Recurvation |
|-------------------|----------------|-------------|
| Zahl d. Pat.      | 15             | 58          |
| Ther. erfolg      |                |             |
| gut               | 9=60 %         | 30=51.7 %   |
| schlecht          | 6=40 %         | 28=48.3 %   |

Tabelle 39: Abhängigkeit des Therapieerfolgs von der Art der Verbiegung (Antecurvationen besser ausgeglichen als Recurvationen Le Roy -  $R > 7.8$ )

f. Längenwachstum nach konservativ behandelten Unterschenkel-  
frakturen

Bei der Entlassung zeigten 47 Kinder seitengleiche Beinlängen, 19 Kinder Verlängerungen oder Verkürzungen bis zu 5 mm und 14 Kinder Verlängerungen oder Verkürzungen über 5 mm.

Bei der Nachuntersuchung nach n- Jahren (MW 5.97 Jahre) konnte bei 30 Kindern seitengleiche Beinlängen gemessen werden, 32 Kinder zeigten Verlängerungen bis zu 20 mm und 18 Kinder Verkürzungen zwischen 3 und 20 mm. Tabelle 40 bringt einen Vergleich der gemessenen Beinlängen bei Entlassung und Nachuntersuchung.

Länge b. Entlassung

| Verlängerung oder Verkürzung in mm | Zahl d. Pat. | Prozent |
|------------------------------------|--------------|---------|
| 0                                  | 47           | 58.8 %  |
| 3                                  | 3            | 3.9     |
| 5                                  | 16           | 20.0    |
| 10                                 | 8            | 10.1    |
| 15                                 | 4            | 5.0     |
| 20                                 | 1            | 1.3     |
| 30                                 | 1            | 1.3     |

Länge b. Nachuntersuchung

| Verlängerung oder Verkürzung in mm | Zahl d. Pat. | Prozent |
|------------------------------------|--------------|---------|
| 0                                  | 30           | 37.5 %  |
| 3                                  | 1            | 1.3     |
| 5                                  | 14           | 17.5    |
| 10                                 | 19           | 23.8    |
| 15                                 | 9            | 11.2    |
| 20                                 | 6            | 7.5     |

Tabelle 40: Vergleich der gemessenen Längen bei Entlassung und Nachuntersuchung

Der Längenzuwachs des Unterschenkels betrug in diesen Untersuchungen 9,6 mm MW.

In 2 Fällen erfolgte kein Längenzuwachs:

1. Fall: ein achtjähriges Mädchen mit einer Schrägfraktur im mittleren Drittel und einer Verkürzung von 5 mm bei einer Nachuntersuchung nach drei Jahren.
2. Fall: ein neunjähriger Junge mit einer Schrägfraktur im mittleren Drittel und einer Verkürzung von 10 mm. Hier bestand gleichzeitig eine Recurvation von  $10^{\circ}$  sowie eine Valgusfehlstellung von 6 Grad. Es erfolgte in keiner Ebene ein Ausgleich. Die Nachuntersuchung lag 10 Jahre nach der Entlassung.

In 8 Fällen nahm die Verkürzung des Unterschenkels zu. Es handelte sich bei allen 8 Fällen um Kinder zwischen dem 14 und 16. Lebensjahr. Je drei Frakturen lagen im mittleren und unteren Drittel, zwei im oberen Drittel des Unterschenkels. Es waren 5 Quer- und 3 Schrägbrüche. Bei 6 der Patienten bestanden Fehlstellungen in der Frontal und Sagittalebene. Bei zwei Patienten erfolgte hier ein Ausgleich in beiden Ebenen, bei zwei Patienten ein Ausgleich in einer Ebene, bei den restlichen zwei Kindern wurden die Verbiegungen in der Sagittal und Frontalebene nur geringgradig ausgeglichen.

In allen anderen Fällen erfolgte ein Längenzuwachs des Unterschenkels. Der größte Längenzuwachs mit 20 mm fand sich bei einem 5 Jahre alten Jungen mit einer Querfraktur im oberen Drittel bei einer Nachuntersuchung nach 10 Jahren (Zuwachs von 0 auf 20 mm) und bei einem 7 jährigen Jungen mit einer Querfraktur im oberen Drittel mit einem Längenzuwachs von 5 mm auf 15 mm, Nachuntersuchung nach 8 Jahren.

Als mögliche Faktoren, die einen Einfluß auf den Längenzuwachs des frakturierten Unterschenkels ausüben können, wurde die Abhängigkeit vom Ausmaß der Verkürzung bei Entlassung, vom Alter des Kindes, der Lage, der Art der Fraktur und vom Geschlecht des Kindes untersucht.

#### Abhängigkeit von der Länge bei Entlassung

| Verkürzung<br>b. Entlassung | ◀ 10 mm | ▶ 10 mm  |
|-----------------------------|---------|----------|
| mittl. Längendiff.          |         |          |
| b. Entlassung               | 2.55    | 17.83 mm |
| b. Nachuntersuchung         | 5.15    | 6.67 mm  |
| mittl. Längen-<br>zuwachs   | 6.00    | 15.0 mm  |

Tabelle 41a: mittl. Längenzuwachs nach Unterschenkelschaftfrakturen in Abhängigkeit von der Stärke der Verkürzung bei Entlassung

| Verkürzung oder<br>Verlängerung bei<br>Entlassung | ◀ 10 mm   | ▶ 10 mm |
|---------------------------------------------------|-----------|---------|
| Zahl d. Pat.                                      | 74        | 6       |
| Ther. erfolg<br>gut                               | 59=79 %   | 6=100 % |
| schlecht                                          | 15=20.2 % | 0       |

Tabelle 41: Einfluß der Stärke der Verkürzung oder Verlängerung bei Entlassung auf den Längenausgleich der Unterschenkelfrakturen

Tabelle 41a zeigt, daß der nach einer Fraktur auftretende Längenzuwachs abhängig war von der Stärke der Verkürzung bei Entlassung. Verkürzungen über 10 mm zeigten einen mittleren Längenzuwachs von 15 mm,

während der Zuwachs bei Verkürzungen unter 10 mm 6 mm betrug. Der Therapieerfolg war für die stärkeren Verkürzungen mit 100 % eindeutig besser als für Verkürzungen unter 10 mm.

#### Abhängigkeit vom Alter des Kindes bei Fraktur

Bei Aufteilung der Kinder in Altersgruppen unter und über 10 Jahre fand sich mit 80 zu 82 % in beiden Gruppen ein annähernd gleich guter Therapieerfolg. d. h. die Anzahl der Verkürzungen und Verlängerungen bis 10 mm war gleich groß bzw. der seitengleichen Beinlängen.

| Alter<br>b. Fraktur | ◀ 10 Jahre | ▶ 10 Jahre |
|---------------------|------------|------------|
| Zahl d. Pat.        | 45         | 35         |
| Ther. erfolg<br>gut | 36=80 %    | 29=82 %    |
| schlecht            | 9=20 %     | 6=17.1 %   |

Tabelle 42: Einfluß des Patientenalters bei Fraktur auf den Längenausgleich

#### Abhängigkeit von der Lage und Art der Fraktur

In dem Patientengut fand sich kein signifikanter Unterschied im Längenzuwachs zwischen Quer- und Schrägfrakturen, sowie für Frakturen in verschiedenen Lagen des Unterschenkels.

## Abhängigkeit vom Geschlecht des Kindes

Bei beiden Geschlechtern zeigte sich der gleiche Längenzuwachs am Unterschenkel.

Ein Vergleich zwischen konservativ und operativ behandelten Unterschenkelfrakturen brachte folgendes Ergebnis:

Es wurde kein Unterschied im Längenzuwachs am frakturierten Unterschenkel zwischen beiden Gruppen gefunden.

## g. Ergebnisse der klinischen Untersuchung

Nach ihren subjektiven Beschwerden befragt, waren 62 Kinder beschwerdefrei. Sie hatten ihre alte volle Leistungsfähigkeit wieder erreicht.

10 Patienten klagten über eine Schwellungsneigung des frakturierten Beines, die, ebenso wie die in 8 Fällen geäußerten Schmerzen, - besonders nach stärkerer Belastung auftrat bei den konservativ behandelten Frakturen.

Bei den operativ behandelten Fällen klagten 10 Kinder über Schmerzen im Bruchbereich bei Wetterwechsel und Belastung.

In 16 Fällen bei den konservativ und 4 Fällen bei den operativ behandelten Kindern spürte die auf das Knie gelegte Hand beim Beugen und Strecken ein leichtes Reiben. Eine leichte Einschränkung der Beweglichkeit im Kniegelenk fand sich im Verhältnis 6 zu 5 konservativ zu operativ, im Sprunggelenk dazu im Verhältnis 6 zu 4.

Die Messung des Unterschenkelumfanges beider Beine brachte folgende Ergebnisse: der Umfang war vermehrt bei 18 konservativ und einem operativ behandelten Fall, vermindert im Verhältnis konservativ zu operativ von 15 zu 9. In 37 bzw. 4 Fällen war der Umfang beider Beine gleich. Die Messpunkte lagen 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts, in Kniescheibenmitte, 15 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspalts, Messung des Fessel und Knöchelgabelumfanges, Messung Ris über Kahnbein und Messung des Vorfußballens. Ein veränderter Kniegelenksumfang lag bei 4 zu 5 Fällen vor.

Der frakturierte Unterschenkel war bei 18 der Patienten verkürzt, bei 32 der Patienten verlängert, bei 30 Patienten bestand seitengleiche Beinlänge. Bei den operativen Fällen wurden 3 Verlängerungen, 10 Verkürzungen gemessen, 5 Patienten hatten seitengleiche Beinlängen. Eine Verlängerung im Oberschenkel des gebrochenen Unterschenkels fand sich in einem operativ und einem konservativ behandelten Fall.

Von den 50 Patienten mit Verlängerungen und Verkürzungen des gebrochenen Beines hatten 35 Kinder Längendifferenzen bis zu 10 mm und 15 Kinder über 10 mm. Bei den operativen Fällen lag das Verhältnis bei 6 zu 8.

Rotationsfehler der Tibia lassen sich in der klinischen Untersuchung bedeutend besser feststellen als röntgennologisch. Wohl läßt sich röntgenologisch ein axiales Bild des Tibiaplateaus und des oberen Sprunggelenkes darstellen, aber die Ausmessung scheitert immer wieder an den Bezugspunkten. Klinisch lassen sich Abweichungen bereits bei der Betrachtung des Ganges feststellen, wobei auf die Einstellung bzw. Drehung der Kniegelenke geachtet wurde. Das Verdecken des Drehfehlers erfolgt leicht im Hüftgelenk. Sie werden am Besten im

Stehen sichtbar. Die Kniegelenke müssen frontalisiert werden. Eine Kontrolle der richtigen Einstellung erfolgte durch leichtes in- die- Kniegehen des Patienten. Die Auswertung erfolgte mit dem "Einheitskreis". Es wurde bei seitengleichen Achsen und Außenrotation die Großzehengrundgelenkdistanz und bei Innenrotation die Fersendistanz gemessen, wobei entweder die beiden Großzehengrundgelenke oder die beiden Fersen sich berührten. Der Abstand beträgt beim Erwachsenen zwischen 15 und 20 cm zwischen den beiden Messpunkten. Mit dem Einheitskreis wurde die Winkelabweichung berechnet. Bei ungleichen Winkeln an beiden Beinen wurde mit Hilfe einer Umrißzeichnung der Füße auf dem Boden eine Bestimmung der Winkelabweichung vorgenommen.

Es wurde in 8 Fällen eine Innenrotationsfehlstellung der Tibia, sowie in 4 Fällen eine Außenrotationsfehlstellung festgestellt. Bei den operativ behandelten Patienten wurde eine Innen- und 3 Außenrotationsfehlstellungen gefunden.

Fehlstellungen in der Frontalebene wurden wie folgt klinisch ausgemessen: der Patient wurde in der Frontalebene mit frontalisierten Kniegelenken hingestellt. Eine kurze beidseitige Kniebeuge zeigte, ob die Kondylenachsen in Front standen. Lag ein O- Bein vor, so ließ man die Malleolen sich berühren, lag ein X- Bein vor, so ließ man die Kondylen touchieren. Die Ausmessung der Interkondylen oder Intermalleolendistanz erfolgte mit dem Metermaß oder mit dem Querfinger. Nach dem Vorschlag nach Bragard erfolgte die Einteilung in 01 bis 03, bzw. X 1 bis X 3.

Es wurde bei den konservativen Fällen insgesamt 5 0- und 3 X- Beinstellungen gemessen, davon 3 Fälle mit 01 und 02 und zwei mit X1 und X2 Stellungen. Bei den operativ behandelten Unterschenkelfrakturen

fand sich eine 0- und 3 X- Beinstellungen von X1 und X2.

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen Überblick über die klinischen Ergebnisse der konservativ und operativ behandelten Unterschenkelfrakturen.

|                                                    | <u>konservativ</u> |         | <u>operativ</u> |         |
|----------------------------------------------------|--------------------|---------|-----------------|---------|
|                                                    | Zahl               | Prozent | Zahl            | Prozent |
| subjektive Beschwerden<br>(Wetterwechsel, Belstg.) | 18                 | 22,8    | 10              | 52,6    |
| leichtes Reiben Kniegelenk                         | 16                 | 20      | 4               | 21      |
| Einschränk. d. Beweglichk.                         | 6                  | 7,2     | 6               | 31,4    |
| Kniegelenk/ob. Sprunggelenk                        | 6                  | 7,2     | 4               | 21,0    |
| Umfang vermehrt                                    | 18                 | 22,8    | 1               | 5,2     |
| vermindert                                         | 15                 | 18,7    | 9               | 47,3    |
| Veränd. Kniegelenksumfang                          | 4                  | 5       | 5               | 26,3    |
| Skoliose                                           | 12                 | 15      | 6               | 31,4    |
| Bandlockerung                                      | 4                  | 5       | 1               | 5,2     |
| Verlängerung d. Unterschenk.                       | 32                 | 40      | 3               | 15,7    |
| Verkürzung d. Unterschenkels                       | 18                 | 22,8    | 10              | 52,6    |
| keine Verl. o. Verkürzung                          | 30                 | 37,5    | 5               | 26,3    |
| Verlängerung o. Verkürzung<br>im Oberschenkel      | 1                  | 1,2     | 1               | 5,2     |
| Genu recurvatum                                    | 1                  | 1,2     | 1               | 5,2     |
| Genu valgum                                        | 3                  | 3,6     | 1               | 5,2     |
| Innenrotationsfehlstellung                         | 8                  | 10      | 2               | 10,5    |
| Außenrotationsfehlstellung                         | 4                  | 5       | 3               | 15,7    |
| O - Bein                                           | 5                  | 6       | 1               | 5,2     |
| X - Bein                                           | 3                  | 3,6     | 3               | 15,7    |
| einseitiges Hinken                                 | 8                  | 10      | 6               | 31,4    |
| Einbeinstand unsicher                              | 6                  | 7,2     | 6               | 31,4    |

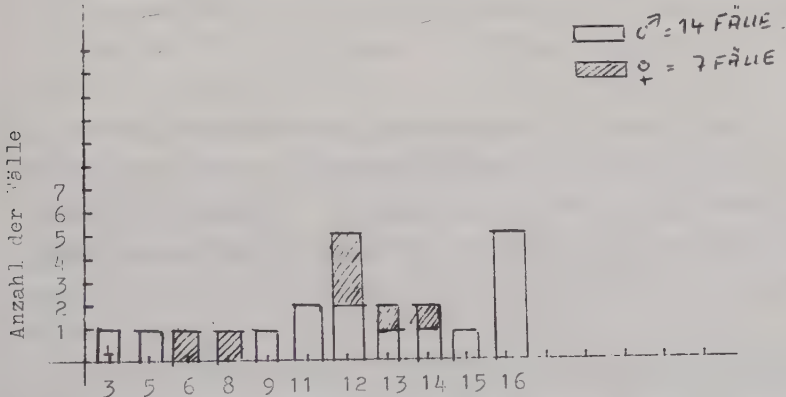
Tabelle 43: Klinische Ergebnisse der nachuntersuchten konservativ und operativ behandelten Unterschenkelfrakturen

### II. 3. Ergebnisse der operativ behandelten Oberschenkelfrakturen

Es wurden innerhalb von 10 Jahren (1964 - 1973) 96 Oberschenkelfrakturen behandelt. 29 Kinder wurden operativ versorgt. Alle Frakturen waren unfallbedingt. Bei diesen 29 Kindern fanden sich 3 Schenkelhalsfrakturen, sowie fünf Umstellungsosteotomien, die bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurden. Somit verbleiben 21 auswertbare Fälle, davon 19 Kinder mit einseitigen Oberschenkelfrakturen und zwei mit doppelseitigen Frakturen.

In allen 19 Fällen handelte es sich um hochgradig dislozierte Frakturen, bei denen auch nach mehrmaligen Repositionsversuchen auf konservativem Weg keine befriedigende Achsenstellung erreicht werden konnte.

Altersverteilung



Alter in Jahren: Mittelwert: 11,85 Jahre

Tabelle 44: Alter und Geschlechtsverteilung der operativ behandelten Oberschenkelfrakturen

Für die operativ versorgten Oberschenkelfrakturen liegt das Maximum in der Altersgruppe zwischen 12 und 16 Jahren, mit einer Spitze im 16. Lebensjahr.

## Geschlechtsverteilung, Lokalisation und Unfallursache

In Übereinstimmung mit den großen Statistiken kindlicher Oberschenkel-frakturen ( Immhäuser, Schenk, Homberger, Oelsnitz) waren auch in diesem Patientengut die Knaben mit 62.6 % am häufigsten be-teiligt. (siehe Tabelle 44) Mit 61.9 % frakturierte vorrangig der linke Oberschenkel.

Das häufigste Unfallereignis mit 76.2 % war der Verkehrsunfall. Die Mehrzahl der Kinder war in fahrendes Auto gelaufen. Es folgt mit 9.5 % der Fahrradunfall und mit je 4.7 % der häusliche und Schulunfall.

Die Oberschenkelschaftfrakturen lagen zu 52.3 % im mittleren, zu 28.5 % im oberen und in 19 % im unteren Drittel des Oberschenkels. Sieben Mal handelte es sich um einen Schräg-, 13 Mal um einen Quer- und 1 Mal um einen Stückbruch.

Die Behandlung erfolgte in 16 Fällen durch eine Plattenosteosynthese, in 4 dieser Fälle war die Osteosynthese bereits auswärts erfolgt. 4 Mal wurde ein Marknagel als Osteosynthesematerial verwandt, (in 2 Fällen wiederum auswärtige Versorgung) und in einem Fall erfolgte eine Ver-schraubung.

Die 4 Marknagelungen wurden in den Jahren 1964 bis 1969, die 16 Plattenosteosynthesen von 1969 bis 1973 durchgeführt.

| Alter<br>i. Jahren | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |                               |
|--------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|
| Platte             |   | 1 | 1 |   | 1 | 1  | 3  | 1  | 2  | 1  | 5  | Summe: 16 / 4 Pat. ausw. vers |
| Nagel              | 1 |   |   | 1 |   |    | 1  |    | 1  |    |    | Summe: 4 / 2 Pat. ausw. vers. |
| Verschraubung      |   |   |   |   |   | 1  |    |    |    |    |    | Summe: 1                      |

Tabelle 45: Art der Therapie in den verschiedenen Altersgruppen für die operativ behandelten Oberschenkelfrakturen

## Klinische und radiologische Ergebnisse

Nachuntersucht wurden 21 Kinder mit 23 Oberschenkelfrakturen im Alter von 3 bis 16 Jahren bei Fraktur. Die Unfälle lagen bis zu 10 Jahren zurück.

7 Patienten klagten über subjektive Beschwerden. 3 zeigten ein einseitiges Hinken und 8 Patienten einen unsicheren Einbeinstand. 12 Patienten hatten eine Umfangsminderung des Oberschenkels bis zu 2 cm, 3 eine Vermehrung des Oberschenkelumfangs bis zu 2 cm.

Achsenfehlstellungen ließen sich nicht nachweisen, eine Rotationsfehlstellung von 8 Grad Innenrotation wurde gefunden.

In 5 Fällen bestand eine leichte Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk, in 3 Fällen fand sich eine Skoliose, sowie bei drei Patienten ein leichtes Reiben im Kniegelenk. Bei einem 16 jährigen Jungen bestand bei Nachuntersuchung eine coxa valga - Fehlstellung von 6 Grad. (Der Patient war primär auswärts ossteosynthetisch versorgt worden).

Um die Untersuchungsergebnisse besser miteinander vergleichen zu können, wurden die einseitigen, doppelseitigen und die Refrakturen getrennt erfaßt.

Von 16 einseitigen Oberschenkelchaftfrakturen hatten 23.5 % eine Verlängerung, 29.4 % eine Beinverkürzung und 47.1 % seitengleiche Beinlängen.

Bei den doppelseitigen Oberschenkelchaftfrakturen fand sich eine Verkürzung und einmal seitengleiche Beinlängen.

Bei den Refrakturen wurden 3 Verkürzungen gemessen.

| Geschlecht              | einseitige Frakturen |   |      | doppelseitige Fr. |   |     | Refrakturen |   |     |
|-------------------------|----------------------|---|------|-------------------|---|-----|-------------|---|-----|
|                         | ♂                    | ♀ |      | ♂                 | ♀ |     | ♂           | ♀ |     |
| Verlängerung            | 4                    | 0 | = 4  | 0                 | 0 |     | 0           | 0 |     |
| Verkürzung              | 4                    | 1 | = 5  |                   | 1 | = 1 | 2           | 1 | = 3 |
| seitengleiche Beinlänge | 3                    | 4 | = 7  | 1                 |   | = 1 |             |   |     |
| Summe                   |                      |   | = 16 |                   |   | = 2 |             |   | = 3 |

Tabelle 46: Längendifferenzen für ein- doppelseitige und Refrakturen

Die Verlängerungen von 10 bis 15 mm beschränken sich auf das Hauptwachstumsalter zwischen 2 und 10 Jahren und betrafen immer den Oberschenkel nie den benachbarten Unterschenkel.

Die 9 Beinverkürzungen betrugen zwischen 5 und 35 mm und fanden sich zu 55,5 % in der Gruppe der Kinder zwischen 13 und 16 Jahren, zu 44,4 % in der Gruppe der Kinder zwischen 10 und 12 Jahren.

Von den 9 Fällen, die Verkürzungen aufwiesen, wurden 5 Fälle nach primärer Versorgung in anderen Krankenhäusern, ins Bergmannsheil verlegt. In einem Fall erfolgte die Verlegung zur Übungsbehandlung, in zwei Fällen wegen einer Osteomyelitis nach Osteosynthese und in zwei Fällen wegen einer Refraktur nach Metallentfernung. Drei dieser Patienten wiesen Verkürzungen zwischen 3 und 4,5 cm auf, zwei zwischen 1 und 2 cm.

Für die im Bergmannsheil primär operativ versorgten Oberschenkel-schaftfrakturen ergibt sich somit ein gleiches Verhältnis zwischen Verlängerungen und Verkürzungen mit jeweils 25 %, 50 % der Patienten hatten seitengleiche Beinlängen. (Tabelle 48)

Für die Verlängerungen oder Verkürzungen bestand keine Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht der Patienten oder der Art der Fraktur. Es wurde eine Abhängigkeit des Längenzuwachses von der Lage der Fraktur gefunden. Wegen des geringen Zahlenmaterials wurde nur zwischen Frakturen im mittleren Drittel und Randbrüchen unterschieden. Mit ausreichender Sicherheit kann behauptet werden, daß Frakturen im oberen und unteren Drittel einen besseren Längenausgleich haben als Frakturen im mittleren Drittel. (  $P < 0.01$  )

| Lage der Fraktur | Randbrüche | mittl. Drittel |
|------------------|------------|----------------|
| Zahl d. Pat.     | 17         | 12             |
| Ther. erfolg gut | 12=70,5 %  | 3=25 %         |
| schlecht         | 5=29,4 %   | 9=75 %         |

Tabelle 47: Abhängigkeit des Längenausgleichs von der Lage der Fraktur für die operativ behandelten Oberschenkelfrakturen. (  $P < 0.01$  )

Ein Vergleich des Längenausgleiches zwischen operativ und konservativ behandelten Oberschenkelchaftfrakturen ergibt einen signifikanten Unterschied (  $P < 0.01$  ) : konservativ behandelte Frakturen zeigen einen signifikant besseren Längenausgleich als operativ behandelte Frakturen. Tabelle Nr. 22 und 22a: Der Längenzuwachs betrug bei den operativ versorgten Patienten 6,55 mm MW, bei den konservativ behandelten Patienten 15,48 mm MW, siehe Tabelle 22 a.

| Alter b. Fraktur      | 2 - 10 | 10 - 12 | 13 - 16 Jahre | Summe           |
|-----------------------|--------|---------|---------------|-----------------|
| Verlängerung bis 5 mm |        |         |               |                 |
| " 10 mm               |        | 1       |               |                 |
| " 15 mm               | 2      | 1       |               | = 4 Pat. = 25 % |
| Verkürzung bis 5 mm   |        |         | 1             |                 |
| " 20 mm               |        | 1       | 1             | = 4 Pat. = 25 % |
| " 25 mm               |        | 1       |               |                 |
| keine Differenz       | 2      | 3       | 3             | = 8 Pat. = 50 % |

Tabelle 48: Längendifferenzen in mm bei verschiedenen Altergruppen für die im Bergmannsheil versorgten operativen Oberschenkel-frakturen

## II. 4. Ergebnisse der operativ behandelten Unterschenkelfrakturen

Der kindliche Unterschenkelchaftbruch ist eine Domäne der konservativen Therapie. Der Anteil der operativ behandelten Fälle betrug 6 %. (Die Zahlen liegen in der Literatur ähnlich niedrig, bei B. G. Weber waren es 1973 3 6 %).

Von 18 nachuntersuchten Fällen wurden 6 Fälle im Bergmannsheil primär versorgt. 5 Fälle wurden nach bereits erfolgter operativer Versorgung in das Bergmannsheil verlegt, in 3 Fällen erfolgte eine Verlegung wegen einer Umstellungs- bzw. Drehosteotomie und in 4 Fällen zur Behandlung einer Schienbeinfalschgelenkbildung.

Die folgende Tabelle zeigt die Indikationen, nach denen die 18 Fälle operativ versorgt wurden.

### Indikationen zur operativen Behandlung: / Anzahl d. Fälle

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| in Fehlstellung verh. Brüche und | 4 |
| Pseudarthrosen                   | 3 |
| Drehbrüche                       | 3 |
| Defektbrüche                     | 1 |
| Repositionshindernis             | 4 |
| offene Frakturen                 | 2 |
| Schienbeinkopfbruch              | 1 |

---

Summe : 18 Pat.

Tabelle 49: Indikationen zur operativen Behandlung bei 18 nachuntersuchten Fällen von 1964 - 1973

In 8 Fällen erfolgte der operative Eingriff sofort, in 10 Fällen später.

Operationszeitpunkt:    sofort: 8 Fälle  
                                   später: 10 Fälle

14 der Kinder waren zwischen 10 und 16 Jahre alt, 4 Kinder zwischen 6 und 10 Jahren. Mittleres Alter: 13,5 Jahre. Es ist bekannt, daß die

Fähigkeit zur Spontankorrektur mit zunehmendem Alter abnimmt. Um so exakter muß reponiert werden oder falls dieses nicht möglich ist eben operiert werden. Daher waren die operierten Kinder vorwiegend zwischen 10 und 16 Jahren alt.

Alter der Kinder:            6 - 10 Jahre : 4 Patienten  
                                  10 - 16 Jahre : 14 Patienten  
                                  mittl. Alter : 13,5 Jahre

Einen Überblick über die Operationsmethoden der 18 nachuntersuchten Fälle gibt Tabelle 50.

| Operationsmethoden                         | Anzahl d. Pat.                                         |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Plattenfixation                            | 4                                                      |
| Schraubenfixation                          | 3 = 13 Pat. , davon primär operativ versorgt           |
| Bohrdraht<br>(Cerclage 3 x)                | 6                      6 Fälle im Bergmannsheil Bochum |
| Umstellungsosteotomie<br>(Kirschnerdrähte) | 3<br>= 6 Pat.                                          |
| Verplattung u. Spongiosa                   | 3                                                      |

Tabelle 50: Operationsmethoden bei den nachuntersuchten Fällen von 1964 - 1973

#### Geschlechtsverteilung, Lokalisation und Unfallursache

Mit 84,2 % waren die Knaben am häufigsten beteiligt.

47,4 % der Frakturen lagen im unteren Drittel, 47,4 % im mittleren Drittel und 5,3 % im oberen Drittel des Unterschenkels.

20,1 % waren Quer-, 21,1 % Schräg- und 55 % Spiral bzw. Drehbrüche, Trümmerfrakturen.

Das häufigste Unfallereignis war mit 50 % der Verkehrsunfall, es folgt mit 22 % der Skiunfall, mit je 11 % der Schul- und Spielunfall und 5,5 % der Fahrradunfall.

Unfallursachen: / Anzahl der Patienten

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Verkehrsunfall: | 9 Pat. = 50 % |
| Spielunfall :   | 2 Pat. = 11 % |
| Skiunfall :     | 4 Pat. = 22 % |
| Schulunfall :   | 2 Pat. = 11 % |
| Fahrradunfall : | 1 Pat. = 55 % |

Tabelle 51:

## Varus und Valgusfehlstellungen

Bei der Entlassung zeigten 6 Patienten keine Fehlstellung in der Frontalebene, 11 Patienten hatten Veriegungen bis 8 Grad und zwei bis 12 Grad. Es handelte sich um 6 Valgusfehlstellungen bis 5 Grad und 3 bzw. 2 Valgus bzw. Varusfehlstellung über 5 Grad.

Bei der Nachuntersuchung nach n- Jahren fand sich in 52.6 % keine Fehlstellung, in 16 % Valgusfehlstellungen bis 5 Grad und 31 % Fehlstellungen über 5 Grad. Es bestand kein Zusammenhang zwischen der Winkelkorrektur und dem Verbiegungsgrad bei Entlassung.

## Varus oder Valgusfehlstellungen

| bei Entlassung         |              |       | bei Nachuntersuchung   |              |        |
|------------------------|--------------|-------|------------------------|--------------|--------|
| Fehlstellg.<br>i. Grad | Zahl d. Pat. | Proz. | Fehlstellg.<br>i. Grad | Zahl d. Pat. | Proz.  |
| 0.0                    | 6            | 31.6% | 0.0                    | 10           | 52.6 % |
| bis 8 Gr.              | 11           | 58.0  | bis 8 Gr.              | 8            | 42.2   |
| bis 12 Gr.             | 2            | 10.6  | bis 10 Gr.             | 1            | 5.3    |
| Summe:                 | 19           | 100.0 |                        | 19           | 100.0  |

Tabelle 52:

## Ante und Recurvationen

42.1 % der Patienten hatten bei Entlassung keine Verbiegung in der Sagittalebene, 31.5 % Verbiegungen bis 6 Grad und 26.3 % mehr als 6 Grad.

Bei der Nachuntersuchung waren 57.9 % ohne Verbiegung, 31.6 % wurden Verbiegungen bis zu 4 Grad gemessen und 10.5 % betrug die Fehlstellung mehr als 4 Grad. Eine Abhängigkeit der Korrektur von der Stärke der Fehlstellung in der Sagittalebene wurde nicht nachgewiesen.

### Ante- oder Recurvationen

| bei Entlassung |              |         | bei Nachuntersuchung |              |         |
|----------------|--------------|---------|----------------------|--------------|---------|
| Grad           | Zahl d. Pat. | Proz.   | Grad                 | Zahl d. Pat. | Proz.   |
| 0.0            | 8            | 42.1 %  | 0.0                  | 11           | 57.9 %  |
| bis 6 Gr.      | 6            | 31.6    | bis 4 Gr.            | 6            | 31.6    |
| bis 8 Gr.      | 4            | 21.0    | bis 8 Gr.            | 2            | 10.5    |
| > 8 Gr.        | 1            | 5.3     |                      |              |         |
| Summe :        | 19           | 100.0 % |                      | 19           | 100.0 % |

Tabelle 53:

### Längenwachstum

Bei der Entlassung hatten 47.4 % der Patienten seitengleiche Beinlängen, 15.8 % Verlängerungen oder Verkürzungen bis 5 mm, 10.5 % bis 10 mm und 21 % über 10 mm.

Bei der Nachuntersuchung - MW 3.9 Jahre - betrug der Anteil der Patienten mit seitengleichen Beinlängen 26.3 %. 27 % hatten Verlängerungen oder Verkürzungen bis zu 10 mm, 21 % bis zu 20 mm und 10.6 % über 20 mm. (Tabelle 54).

| <u>Länge bei Entlassung</u>          |              |        | <u>Länge bei Nachuntersuchung</u> |              |        |
|--------------------------------------|--------------|--------|-----------------------------------|--------------|--------|
| Verkürzung oder<br>Verlängerg. in mm | Zahl d. Pat. | Proz.  | Verk. od.<br>Verl. i. mm          | Zahl d. Pat. | Proz.  |
| 0.0                                  | 9            | 47.4 % | 0.0                               | 5            | 26.3 % |
| 5 mm                                 | 3            | 15.8   | 5 mm                              | 2            | 10.6   |
| 10 mm                                | 2            | 10.5   | 10 mm                             | 5            | 26.4   |
| 15 mm                                | 3            | 15.8   | 15 mm                             | 2            | 10.6   |
| 20 mm                                | 1            | 5.3    | 20 mm                             | 2            | 10.6   |
|                                      |              |        | 25 mm                             | 1            | 5.3    |
|                                      |              |        | 30 mm                             | 1            | 5.3    |
| Summe :                              | 18           | 100.0  |                                   | 18           | 100.0  |

Tabelle 54:

In den Untersuchungen wurde keine Abhängigkeit der Korrektur der Fehlstellungen in der Frontal und Sagittalebene gefunden von der Lage, Art der Fraktur, vom Alter oder Geschlecht des Kindes, auch für das Längenwachstum des frakturierten Unterschenkels konnte diese nicht nachgewiesen werden.

### Klinische Ergebnisse

Von den 18 Patienten klagten 10 über subjektive Beschwerden, 6 Patienten hinkten und zeigten einen unsicheren Einbeinstand. Leichtes Reiben war in 4 Fällen zu hören. 9 Kinder hatten einen verminderten Unterschenkelumfang bis zu 1 cm, in einem Fall war der Umfang vermehrt. 6 Mal wurde eine Skoliose gefunden.

Bei einer Pseudarthrose mit einer Verkürzung des Unterschenkels von 7 cm fand sich ebenfalls eine Verkürzung des Oberschenkels von 2,5 cm, sowie ein Genu recurvatum.

Eine Genu valgum Fehlstellung von 18 Grad lag bei einem Knaben vor nach einem subkapitalen Schien- und Wadenbeinbruch. Es wurden zwei Innenrotationsfehlstellungen von 8 und 10 Grad, sowie drei Außenrotationsfehlstellungen zwei Mal 8 und einmal 10 Grad gemessen.

### C. Diskussion und Zusammenfassung

205 Kinder im Alter von 1 bis 16 Jahren, die sich im Zeitraum von 1964 bis 1973 eine Beinfraktur zuzogen, wurden 1 bis 10 Jahre - MW 5,33 Jahre - nach der Fraktur nachuntersucht. Auf die Oberschenkelfrakturen entfallen 47 konservativ und 29 operativ behandelte Fälle, auf die Unterschenkelfrakturen 80 konservativ und 19 operativ behandelte Fälle. Für die Epiphysenfrakturen liegt das Zahlenverhältnis bei 3 zu 21 konservativ/operativ.

Die Auswertung erfolgte nach klinischen und radiologischen Gesichtspunkten. Durch wiederholte Ausmessungen derselben Röntgenbilder und unter Beachtung der exakten radiologischen Einstellung (ap + seitlich) konnten die Meßfehler innerhalb der Grenzen von  $\pm 2$  mm und  $\pm 2$  Grad gehalten werden. Die Ergebnisse der radiologischen Ausmessungen wurden durch Komputerverarbeitung analysiert nach dem exakten Fisher-Test für die 2 x 2 Kontingenztafeln, für die 4 Feldertafeln nach dem Test nach Le Roy. Signifikanzniveau  $\alpha = 5\%$ .

Es wurde unterschieden zwischen:

1. Therapieerfolg gut: volle Korrektur der Achsenfehlstellung bis 4 Grad Restverbiegung bzw. Längendifferenz bis zu 10 mm
2. Therapieerfolg schlecht: mehr als 4 Grad Restverbiegung bzw. Längendifferenz über 10 mm.

#### A. Ergebnisse der konservativ behandelten OBERSCHENKELFRAKTUREN

Bei 76 nachuntersuchten Kindern mit Oberschenkelchaftfrakturen betrug der Anteil der Knaben 64,47 %, der Anteil der Mädchen 35,53 %. Bei

Aufteilung der Patienten nach Altersgruppen und Unfallhäufigkeit ergibt sich für die Knaben eine deutliche Spitze zwischen dem fünften und sechsten Lebensjahr, bei den Mädchen zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr.

Die häufigste UNFALLURSACHE war

1. der Verkehrsunfall mit 56,58 %

bei den Knaben mit 70,58 % in der Altergruppe von 11 bis 16 Jahren

bei den Mädchen mit 75 % in der Altergruppe von 1 bis 5 Jahre

2. der Sportunfall mit 13,1 %

3. der Spielunfall mit 11,48 %.

Die Therapie der kindlichen Oberschenkelchaftfrakturen war konservativ und nur in Ausnahmefällen operativ. (15,6 %)

Fehlstellungen in der Frontalebene

Im Laufe des Wachstums werden Achsenfehlstellungen in der Frontal- und Sagittalebene, die bei der Konsolidierung der Fraktur verblieben sind, bis zu gewissen Grenzen ausgeglichen.

Mit Ausnahme von 9 Frakturen, die ohne Fehlstellung verheilten, wiesen 39 Achsenfehlstellungen in der Frontalebene bei Entlassung auf. Der Verbiegungsgrad betrug bei 19 Frakturen mehr als 8 Grad, bei 19 Frakturen weniger als acht Grad.

Bei der Nachuntersuchung zeigten 21 Patienten eine volle Korrektur ( 55,26 %), bei 17 Patienten ( 44,4 %) fand sich ein schlechter Therapieerfolg.

Der Therapieerfolg für Achsenfehlstellungen in der Frontalebene war  
s i g n i f i k a n t a b h ä n g i g v o m :

1. : vom Grad der Verbiegung bei Entlassung:

- a. Verbiegungen unter 8 Grad werden signifikant besser ausgeglichen als Verbiegungen über 8 Grad ( $P = \ll 0.01$ )
- b. Varusverbiegungen unter 8 Grad zeigen einen signifikant besseren Therapieerfolg als stärkere Fehlstellungen. (Tab. 6)

2. : vom Alter des Kindes bei Fraktur:

- a. Kinder unter 10 Jahren gleichen Verbiegungen besser aus als ältere Kinder. Das Verhältnis des guten Therapieerfolges betrug 60 % zu 20 %. Tab. XII
- b. Der beste Ausgleich lag in der Altersgruppe der Kinder von 2 bis 5 Jahren, die in 72.2 % eine volle Korrektur aufwiesen. Tab. 11
- c. Die Zusammenfassung aller konservativ und operativ behandelten Oberschenkelchaftfrakturen zeigte das selbe Ergebnis. Tab. XIII.

3. : von der Art der Verbiegung:

- O - Verbiegungen werden signifikant besser ausgeglichen als
- X - Verbiegungen ( Test nach Le Roy) Tab. 9.

Der Therapieerfolg war unabhängig von:

1. der Lage der Fraktur
2. der Art der Fraktur
3. vom Geschlecht des Kindes.

Fehlstellungen in der SAGITTALEBENE

23 Patienten hatten bei Entlassung Achsenfehlstellungen bis 10 Grad,  
18 Patienten Verbiegungen von mehr als 10 Grad.

Bei der Nachuntersuchung wurde bei 21 Patienten = 51.22 % ein guter Therapieerfolg gefunden, 20 Patienten = 48.7 % wiesen Verbiegungen von mehr als 4 Grad auf.

Der Therapieerfolg für Achsenfehlstellungen in der Sagittalebene war signifikant abhängig vom:

1. Grad der Verbiegung bei Entlassung
  - a. Verbiegungen unter 10 Grad haben einen signifikant besseren Therapieerfolg als Verbiegungen über 10 Grad mit 78.26 % zu 16.6 %, Tab. 14. Die mittlere Winkelkorrektur betrug für Verbiegungen unter 10 Grad 72.4 %, für stärkere Verbiegungen 35.7 %, Tab. 15.
  - b. Das gleiche Ergebnis brachte eine Zusammenfassung von konservativ und operativ behandelten Fällen.

Der Therapieerfolg war unabhängig vom:

1. Alter und Geschlecht des Kindes
2. Art und Lage der Fraktur.

### Längenwachstum

Nach Oberschenkelchaftfrakturen wird regelmäßig ein Mehrwachstum von ein bis zwei cm beobachtet.

In den vorliegenden Untersuchungen betrug der mittlere Längenzuwachs 15.48 mm des Femurs.

Von 47 Kindern zeigten bei Entlassung 10 seitengleiche Beinlängen, 37 Verkürzungen zwischen 5 und 60 mm.

Bei der Nachuntersuchung wurde bei 12 Patienten = 25.5 % seitengleiche Beinlängen gemessen, bei 22 Patienten = 46.8 %. Differenzen bis zu 10 mm, bei 13 Patienten = 27.5 % über 10 mm.

Der Längenausgleich war s i g n i f i k a n t a b h ä n g i g v o m

1. : Alter des Kindes bei Fraktur

bei Kindern unter acht Jahren werden Verkürzungen am Oberschenkel signifikant besser ausgeglichen als bei älteren Kindern. Tab. 20. Ein guter Therapieerfolg fand sich in der ersten Gruppe bei 88 %, in der 2. Gruppe bei 53.8 % der Kinder.

2. : von der Art der Therapie

Es kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden, daß sich bei konservativ behandelten Frakturen in Bezug auf den Längenzuwachs des Femur ein besserer Therapieerfolg erzielen läßt als bei den operativen. Tab. 22 und 22a.

3. : der Stärke der Verkürzung bei Entlassung

Verkürzungen über 10 mm zeigten einen mittleren Längenzuwachs von 18.54 mm, unter 10 mm von 12.51 mm, so daß der Therapieerfolg für Verkürzungen unter und über 10 mm mit 78.2 zu 79.1 % annähernd gleich war. Tab. 18 und 18a.

Der Längenzuwachs war am größten in der Altersgruppe der Kinder von 2 bis 5 Jahre mit 18,65 mm - am geringsten in der Gruppe der Kinder über 10 Jahre mit 11,91 mm MW. -

Der Therapieerfolg w a r u n a b h ä n g i g v o n :

1. von der Art der Fraktur
2. vom Geschlecht des Kindes
3. von der Lage der Fraktur

Frakturen im mittleren und unteren Drittel zeigten annähernd den gleichen Zuwachs 17.54 mm MW Tab. 21 bzw. 17.28 mm, während Frakturen im oberen Drittel mit 3.31 mm Unterschied eine geringere Wachstumstendenz hatten.

Unsere Ausmessungen zeigten, daß der Längenausgleich nicht allein auf den Femur beschränkt ist. In drei Fällen wurden Verlängerungen und in zwei Fällen Verkürzungen im Unterschenkel des frakturierten Oberschenkels gefunden. In 4 dieser Fälle bestand bei der Nachuntersuchung durch die Verlängerungen oder Verkürzungen im Unterschenkel seitengleiche Beinlängen.

Seitenverschiebungen parallel heilten vollständig aus.

Rotationsfehlstellungen wurden bei acht Kindern = 17 % festgestellt, in fünf Fällen bis zu 6 Grad, bei 3 Kindern mehr als 6 Grad.

## B. Ergebnisse der konservativ behandelten UNTERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN

Der Anteil der Knaben betrug 68 %, der Anteil der Mädchen 31.9 %.

Eine Zunahme der Unfälle ergibt sich für die Knaben zwischen dem 11. und 16. Lebensjahr ( 68.60 %), für die Mädchen zwischen dem 6. und 10. Lebensjahr ( 44.74 %).

Die häufigste UNFALLURSACHE war:

1. der Verkehrsunfall mit 40.3 %

bei den Knaben mit 62.2 % in der Altersgruppe von 11 bis 16 Jahren

bei den Mädchen mit 56 % in der Altersgruppe von 6 bis 10 Jahren

2. der Sportunfall mit 27.7 %
3. der Spielunfall mit 18.4 %.

Die Therapie der kindlichen Unterschenkelchaftfrakturen war konservativ. Das Verhältnis der konservativen zu den operativen Therapiemethoden betrug 94 % zu 6 %.

### Fehlstellungen in der FRONTALEBENE

Von 80 nachuntersuchten Unterschenkelfrakturen hatten bei Entlassung 23 Fehlstellungen unter 5 Grad, 32 Fehlstellung über 5 Grad, 25 keine Achsenfehlstellung.

Bei der Nachuntersuchung wurde bei 54.5 % eine volle Korrektur gefunden, bei 45.4 % wurden Fehlstellungen von mehr als 4 Grad gemessen.

Der Therapieerfolg für Achsenfehlstellungen in der Frontalebene war **signifikant abhängig vom:**

- 1.: vom Grad der Verbiegung bei Entlassung
  - a. Varus und Valgusverbiegungen unter 5 Grad haben einen besseren Therapieerfolg als Verbiegungen über 5 Grad. Tab. 31
  - b. für Valgusfehlstellungen unter 5 Grad kann dieser bessere Therapieerfolg mit ausreichender Sicherheit behauptet werden. Tab. 30.
- 2.: von der Art der Fehlstellung
 

O- Verbiegungen werden signifikant besser ausgeglichen als X- Verbiegungen (Test nach Le Roy) Tab. 32.
- 3.: vom Geschlecht des Kindes
 

Mädchen gleichen Varus und Valgusfehlstellungen besser aus als Knaben. ( $P < 0.01$ ) Tab. 35.

Das Ausmaß der Winkelkorrektur war unabhängig vom

1. Alter des Kindes
2. von der Lage und Art der Fraktur.

## Fehlstellungen in der SAGITTALEBENE

Fehlstellungen wiesen bei Entlassung 63 Kinder auf.

Bei der Nachuntersuchung zeigten 55.56 % einen guten Therapieerfolg, 45.04 % Fehlstellungen von mehr als 4 Grad.

Der Therapieerfolg für Fehlstellungen in der Sagittalebene war  
s i g n i f i k a n t u n a b h ä n g i g v o m :

- 1 : vom Grad der Verbiegung bei Entlassung
  - a. Fehlstellungen unter 5 Grad haben einen signifikant besseren Therapieerfolg als Verbiegungen über 5 Grad mit 88 % zu 35.1 %. Tab. 37
  - b. Recurvationen unter 5 Grad werden besser ausgeglichen als stärkere Verbiegungen. Tab. 36
  - c. Das gleiche Ergebnis brachte eine Zusammenfassung aller konservativ und operativ behandelten Unterschenkelfrakturen.
2. : von der ART der Fehlstellung
 

Antekurvationen werden signifikant besser ausgeglichen als Recurvationen (Test nach Le Roy) Tab. 39.
3. : vom Geschlecht des Kindes
 

Mädchen zeigten mit 69.5 % zu 44.2 % bei den Knaben einen signifikant besseren Ausgleich der Achsenfehlstellungen. Tab. 38

Der Therapieerfolg war unabhängig von:

1. der Lage und Art der Fraktur
2. vom Alter des Kindes.

### Längenwachstum

In den vorliegenden Untersuchungen betrug der mittlere Längenzuwachs des Unterschenkels 9,6 mm.

Bei der Nachuntersuchung wurde bei 37,5 % seitengleiche Beinlängen gemessen, bei 42,3 % Längendifferenzen bis zu 10 mm, 18,7 % Differenzen über 10 mm.

Der Längenzuwachs war abhängig vom:

Ausmaß der Verkürzung bei Entlassung.

Bei Verkürzungen unter 10 mm wurde ein mittlerer Längenzuwachs von 6 mm, bei denen über 10 mm bei Entlassung von 15 mm gemessen, so daß der Längenausgleich nach n- Jahren bei den stärkeren Verkürzungen 100 % betrug, gegenüber 79 % in der 1. Gruppe. Tab. 41 und 41a.

Der Längenzuwachs war unabhängig:

1. : vom Alter des Kindes

Mit 80 zu 82 % für Kinder unter und über 10 Jahren fand sich ein annähernd gleicher Therapieerfolg. Tab. 42

2. : vom Geschlecht des Kindes
3. : von der Lage oder Art der Fraktur
4. : von der Art der Therapie

Die klinische Auswertung zeigte je eine Verlängerung und Verkürzung im benachbarten Oberschenkel.

Acht Mal wurde eine Innenrotationsfehlstellung, vier Mal eine Außenrotationsfehlstellung diagnostiziert.

### C. Ergebnisse der O P E R A T I V versorgten OBER- SCHENKELSCHAFTFRAKTUREN

50 % der im Bergmannsheil primär operativ versorgten Oberschenkel-schaftfrakturen hatten seitengleiche Beinlängen bei Nachuntersuchung, je 25 % Verlängerungen und Verkürzungen.

Das häufigste Unfallereignis war:

1. der Verkehrsunfall mit 76.3 %
2. der Fahrradunfall mit 9.5 %
3. häusl. und Schulunfall mit 4.7 %.

Der Längenausgleich war signifikant a b h ä n g i g von der

#### 1. Lage der Fraktur

es kann mit ausreichender Sicherheit behauptet werden, daß Frakturen im oberen und unteren Drittel einen besseren Längenausgleich haben als Frakturen im mittleren Drittel. Tab. 47

#### 2. von der Art der Therapie

operativ behandelte Oberschenkel-schaftfrakturen zeigen in Bezug auf den Längenausgleich nach Fraktur einen schlechteren Therapieerfolg als konservativ behandelte Frakturen. Tab. 22 und 22a.

Der Längenzuwachs war unabhängig von der Art der Fraktur, vom Alter und Geschlecht des Kindes.

Mit 62.6 % waren die Knaben am häufigsten beteiligt. Mit 61.9 % frakturierte vorrangig der linke Oberschenkel. Das mittlere Alter der Kinder betrug 11.85 Jahre.

#### D. Ergebnisse der o p e r a t i v behandelten U N T E R - SCHENKELFRAKTUREN

Der Anteil der operativ versorgten Fälle betrug 6 %. Mit 84.2 % waren die Knaben am häufigsten beteiligt. Mit 50 % war der Verkehrsunfall die häufigste Unfallursache. Das mittlere Alter der Kinder lag bei 13.5 Jahren.

Bei der Nachuntersuchung wurden in 52 % normale Achsen gemessen, in 31 % Fehlstellungen über 5 Grad, in 16 % Fehlstellungen bis 5 Grad in der Frontalebene, in der Sagittalebene: 31.5 % Verbiegungen bis 6 Grad, 26.3 % Verbiegungen von mehr als 6 Grad.

Die Winkelkorrektur war unabhängig vom Verbiegungsgrad bei Entlassung von der Lage oder Art der Fraktur, vom Alter oder Geschlecht des Kindes. Seitengleiche Beinlängen hatten bei Nachuntersuchungen 26.3 %, 27 % Längendifferenzen bis zu 10 mm, 31 % über 10 mm. Klinisch wurden zwei Innen- und drei Außenrotationsfehlstellungen diagnostiziert.

## E. Ergebnisse bei Zusammenfassung aller Schaftfrakturen der unteren Extremität (konservativ und operativ)

Der spontane Ausgleich von Fehlstellungen in der Frontal und Sagittalebene war signifikant abhängig vom:

### 1.: vom Grad der Verbiegung bei Entlassung

Fehlstellungen in der Frontalebene unter 8 Grad bzw. unter 5 Grad und Fehlstellungen in der Sagittalebene unter 10 Grad bzw. unter 5 Grad werden signifikant besser ausgeglichen als stärkere Fehlstellungen.

### 2.: von der Art der Therapie

Achsenfehlstellungen zeigen bei den konservativ behandelten Fällen eine bessere Ausgleichstendenz als bei den operativ behandelten Fällen.

### 3.: vom Geschlecht des Kindes

Mädchen gleichen Fehlstellungen in beiden Ebenen besser aus als Knaben.

Der Längenzuwachs war signifikant abhängig von:

### 1.: der Stärke der Verkürzung bei Entlassung

Verkürzungen bis zu 10 mm bei Entlassung zeigen einen besseren Therapieerfolg als stärkere Verkürzungen.

### 2.: vom Geschlecht des Kindes

Für Mädchen konnte in Bezug auf den Längenzuwachs nach Fraktur ein besserer Therapieerfolg nachgewiesen werden als für Knaben.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen läßt sich für die kindlichen Schaftfrakturen der unteren Extremität die weit verbreitete Auffassung der Spontankorrektur von Achsenfehlstellung im Verlaufe des Wachstums nicht länger aufrecht halten. Der Satz Blounts: „je jünger das Kind, je

tiert werden" sollte nicht länger die Grundlage der kindlichen Knochenbruchbehandlung bilden.

Die Besonderheiten der kindlichen Frakturen und ihre  
Schlußfolgerungen für die Therapie  
lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- 1.: Der kindliche Knochen zeigt eine schnelle Regenerationskraft und damit Konsolidierung, so daß schon nach kurzer Zeit eine Stellungskorrektur schwierig sein kann. Aus diesem Grund soll jede kindliche Fraktur gleich nach dem Unfall gut und definitiv reponiert und retiniert werden.
- 2.: Für alle Frakturformen gilt die Forderung, ein anatomisch exaktes Repositionsergebnis zu erzielen, da Achsenfehlstellungen in der Frontal- und Sagittalebene von 8 bzw. 10 Grad nur zu 71 bzw. 78 % ausgeglichen werden und auch bei Kindern unter 10 Jahren nur zu 58 bzw. 56 % ein vollständiger Achsenausgleich erfolgt. Wenn auf konservativem Wege kein befriedigendes Ergebnis erreicht werden kann, sowie bei Achsenfehlstellungen von mehr als 10 Grad, sollte auch bei jüngeren Kindern so früh wie möglich eine operative Korrektur erfolgen införm der sogenannten Minimalosteosynthese.
- 3.: Frakturen von älteren Kindern und Jugendlichen, bei denen die Wachstumsfugen schon weitgehend geschlossen sind, müssen wie Frakturen der Erwachsenen beurteilt und behandelt werden.
- 4.: Da Rotationsfehler sich spontan nie ausgleichen, sollte ihre Vermeidung bei der konservativen Behandlung besonders der kindlichen Femurschaftsfrakturen im Vordergrund des therapeutischen Bemühens stehen. Hier bietet die Lagerung auf dem Weberbock eine mögliche Lösung. Nach der Methode von Rippstein-Müller sollten

die Ante torsionswinkel sofort nach Verbringung in die Extensionslagerung, nach 24 bis 36 Stunden und zuletzt nach 10 Tagen röntgenologisch bestimmt und Rotationsfehler korrigiert werden. Bei versuchter oder nicht möglicher primärer Korrektur ist ein frühzeitiges operatives Eingreifen durch eine Derotationsosteotomie, um Sekundärschäden durch Fehlbelastung der angrenzenden Gelenke zu vermeiden, erforderlich.

5. : Das nach kindlichen Schaftfrakturen regelmäßig auftretende überschießende Längenwachstum des frakturierten Knochens beträgt am Oberschenkel im Mittel 1.5 cm, am Unterschenkel 1 cm, sodaß bei Frakturpositionen Verkürzungen am Oberschenkel von 1.5 cm, am Unterschenkel von 1 cm belassen werden können. Kontrollierte Nachsorge mit Dokumentation des Längenwachstums ist unbedingt anzustreben. Längenunterschiede bis zu 1 cm können, wenn keine Dekompensationserscheinungen vorliegen, unberücksichtigt bleiben. Längenunterschiede von mehr als 1 cm müssen ausgeglichen werden, damit keine statischen Wirbelsäulenfehlhaltungen resultieren. Größere Differenzen sollten ausgeglichen werden durch Verlängerungs- oder Verkürzungsosteotomien.
6. : Regelmäßige Kontrollen nach Entlassung sollten bis zum Abschluß des Wachstums erfolgen, um Achsen-, Rotationsfehler und Längendifferenzen zu erkennen und die Kinder frühzeitig, wenn nötig, einer operativen Korrektur zuführen zu können.

D. Literaturverzeichnis

- 1 Blount, W.P.: Knochenbrüche bei Kindern, Thieme, Stuttgart (1957)
- 2 Brinkmann, W.H., Jung, H., Fischer, H.J.: Grundsätzliches zur Behandlung von Knochenbrüchen im Wachstumsalter, aus Bruns' Beitr. klin. Chir. 220 2(1973) 186-193
- 3 Brug, E., Beck, H. und Kraus, G.: Operation der kindlichen Frakturen langer Röhrenknochen mit dem Bündelnagel nach Hackethal, aus Zbl. Chir. 100 (1975) 466-472
- 4 Brunner, Ch.: Spätfolgen kindlicher Frakturen, aus Rehn: Unfallverletzungen bei Kindern, Springer-Verlag 1974
- 5 Daum, R., Jungbluth, K.H., Metzger, E. und Hecker, W.Ch.: Subtrochantere und suprakondyläre Femurfrakturen im Kindesalter, Behandlung und Ergebnisse aus Der Chirurg 40, 217-220 (1969)
- 6 Debrunner: Orthopädisches Diagnostikum, Thieme-Verlag 1973
- 7 Debrunner, Alfred M.: Biomechanische Wirkungen der posttraumat. Achsenfehler der unteren Extremität, aus M.E. Müller: Posttraumat. Achsenfehlstellungen a.d. unteren Extremität.
- 8 Debrunner, Ä.M.: Frakturen im Kindesalter, konservative oder operative Therapie? aus Zbl. Chir. 99 (1974) 641-650.
- 9 Drömer, H. und Pennorf, K.: Der Oberschenkelbruch im Kindesalter, Ergebnisse einer mehrjährigen Verlaufsbeobachtung, aus Der Chirurg, 38 Jg/Heft 6 1967 S. 284
- 10 Eck, H.: Traumatische Veränderungen an der Wachtstungsfuge, ihre Behandlung und Prognose. Z. Kinderchir Suppl. zu Bd. II (1972) 699-717
- 11 EHalt, W.: Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen, Ferd.Enke-Verlag, Stuttgart (1960)
- 12 Feldkamp, G., Mischkowski, T., Daum, R.: "Indikationen zur Osteosynthese kindlicher Unterschenkelschaftbrüche"

- 13 G ä d e c k e, R.: Der Unfall im Kindesalter, Thieme 1962
- 14 G ä d e c k e, R.: Kinderunfälle, aus Notfallmedizin 2, 7/8 (1976) 398-400 Verlag Dr. Straube, Erlangen
- 15 G r o ß, M.: Spezielle Probleme bei kindlichen Frakturen, aus: Krankenhausarzt 49, 3 (1976) 132, Verlag G. Baun, Karlsruhe
- 15a H a c k e n b r o c h, jr., M. H.: Die Indikation zur Osteosynthese bei der frischen kindlichen Verletzung, aus Rehbein: Der Unfall im Kindesalter, Suppl. Z. Kinderchir. Bd. II, S. 671-698
- 16 H e r t e l, P., K l a p p, F.: Epiphysenverletzungen im Wachstumsalter. Mschr. Unfallheilk. 78, 206-221 (1975)
- 17 H a v e m a n n, D., L e h m a n n, K.: Extensionsmethode zur Behandlung von Femurschaftfrakturen bei Kindern, aus aktuelle Chirurgie 1/1971, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart
- 18 H e y d e n r e i c h, W.: Fehlstellungen und Pseudarthrosen
- 19 H ü n e r, H.: Zur Therapie und Prognose von Knochenbrüchen bei Kindern und Jugendlichen, aus Der Landarzt, Heft 3, S. 107
- 20 J a n i, L. und D i c k, W.: Osteosynthesen bei Epiphysenfrakturen an der distalen Tibia und am distalen Radius incl. der Spätkorrekturen
- 21 K l a p p, F., A r f e e n, N., H e r t e l, P., S c h w e i b e r e r, L.: Ergebnisse nach konservativer Behandlung der Oberschenkelchaftfraktur im Kindesalter, aus akt. traumatologie 4 (1974) 205-210, Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- 22 K l a p p, F., H e r t e l, P., S c h w e i b e r e r, L.: Umbauvorgänge nach konservativer Behandlung kindlicher Schaftfrakturen. Akt. traumatologie 1 (1975) 91-96 Georg Thieme-Verlag, Stuttgart
- 23 K ü s s w e t t e r, W. und B e c k, E.: Behandlungsergebnisse bei Verletzungen des kistalen Oberschenkelendes im Kindesalter aus Mschr. Unfallheilk. 76, 24 -260 (1973) Springer-Verlag
- 24 K l e m s, H. und W e i g e r t, M.: Stabile Osteosynthese kindlicher Oberschenkelchaftfrakturen. Indikation und Methode, aus Chirurg 44, 511-513 (1973) by Springer-Verlag 1973

- 25 K u n e r , E.H. : Die Indikation zur Osteosynthese beim kindlichen Knochenbruch, Chirurg 46, 164-169 (1975)
- 26 V. L a n z - W a c h s m u t h : Atlas der Prakt. Anatomie I Bd. 4 Springer, Berlin 1938
- 27 L e c h n e r , F. und P r i m b s , P. : Skiverletzungen im Wachstumsalter, aus Fortschritte Medizin 93 (1975) S. 107-110
- 28 L e h f u s s , H. : Indikationsstellung zur Osteosynthese von Oberschenkelfrakturen bei Kindern, aus Mschr. Unfallheilk. 75, 415-422 (1972) by Springer-Verlag 1972
- 29 M o r s c h n e r , E. : Pathogenesposttraumatischer Achsenfehlstellungen beim Kind, in Müller, M. E. Posttraumatische Fehlstellung an den unteren Extremitäten, S. 78, Bern: H. Huber 1967
- 30 M ü l l e r , N.E. : posttraumatische Achsenfehlstellungen an den unteren Extremitäten. Verlag H. Huber - Bern - Stuttgart 1967
- 31 M ü l l e r , M.E. und G a n z , R. : Luxationen und Frakturen: untere Gliedmaßen und Becken, aus J. Rehn: Unfallverletzungen bei Kindern. Springer-Verlag 1974
- 32 N e u r a t h , R. und v a n L e s s e n : Die unter Verkürzung geheilte kindliche Oberschenkelfraktur, aus Rehbein ( S. 791-802)
- 33 N ö h , E. , A k a l i n , M. : Die Behandlung von Schenkelhalsfrakturen am wachsenden Skelett, aus akt. traumatologie 5 (1975) 141-146
- 34 L e d e r m a n n , Karl. L. : Die physiologischen Achsen der unteren Extremität, aus M.E. Müller: Posttraumatische Achsenfehlstellung a.d. unteren Extremität
- 35 M a g e r l , F. : Indikationen und Gegenindikationen zur operativen Frakturbehandlung beim Kind, aus Zbl. Chir. 99 (1974) 1068-1069
- 36 N o n n e m a n n : Grenzen der Apontan-Korrektur fehlgeheilter Frakturen bei Jugendlichen, Langenbeck's Arch. Klin. Chir. 324/76/86
- 37 V o n d e r O e l s n i t z , G. : Marknagelung kindlicher Oberschenkelfrakturen, aus Rehbein (S. 803-821) Suppl. zu Band 11/z. Kinderchir.
- 38 v o n d e r O e l s n i t z , G. : Fehler und Gefahren bei der Marknagelung am kindlichen Oberschenkel

- 39 P a u w e l s, F.: Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates, Springer, Berling, 1965, 400-423
- 40 R e h n, J.: Unfallverletzungen bei Kindern, Springer, 1974
- 41 R e n n e, J., W e l l e r, S.: Die kindliche supramalleoläre Unterschenkelfraktur - der "Schuhrandbruch". aus akt. Traumatologie 5 (1975) 147-152, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart
- 42 R ö m e r, K.H. und R e p p i n, G.: Zur Marknagelung kindlicher Oberschenkelfrakturen, aus Zbl. Chir. 98 (1973) 170-171
- 43 R u s s e, Gerhard, King: An Atlas of Examination, standard Measurements, and Diagnosis in Orthopedics and Traumatologie Verlag: Hans Huber, Bern, 1972
- 44 S c h ä f e r, J.H., H u b e r, C.: Unfallursachen, Frakturlokalisierung und Behandlung der kindlichen Oberschenkel-frakturen, aus Bruns' Beitr. Klin. Chir. 221 6 (1974) 453-460
- 45 S c h w e i t z e r, Paul.: Indikationen zur operativen Knochenbruchbehandlung bei Kindern, deutsches Ärzteblatt 1976, Heft 3 S. 107
- 46 S p i r i g, B.: Die Diagnose der Achsenfehler der unteren Extremität, aus M.E. Müller: Posttraumat. Achsenfehlstellung a.d. unteren Extremität, 1967 Huber/Bern
- 47 S ü s s e n b a c h / W e b e r: Epiphysenverletzungen am distalen Unterschenkel. Huber (1970)
- 48 T i t z e, A.: Verletzungen im Bereich des kindlichen Sprunggelenkes, aus Rehbein/Suppl zu Bd. 11 /Z. Kinderchir. S. 821
- 49 T s c h e r n e, H., G o t z e n, L., T r e n t z, O.: Die Osteosynthesen epiphysennaher Frakturen im Kniegelenksbereich einschließlich der Korrektur-eingriffe: Die Osteosynthesen im Sprunggelenksbereich. Aus akt. traumtologie 4 (1974) 109-112 Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart
- 50 V a l i c, J. und N o v o s e l a g, M.: Zur Biomechanik und Behandlung supramalleolärer Frakturen bei Kindern und Jugendlichen, aus Helvetia Chirurgica Acta Vol. 37 (1970) Fasc. 1/2 216-219

- 51 Viljanto, J., Kiviluoto, H. and Paananen, M.:  
Remodelling after femoral shaft fracture in  
children, aus Acta Chir Scand 141/1974
- 52 Weber, B.G.: Die Osteosynthesen epiphysennaher Frakturen  
einschließlich der Korrektureingriffe: Die Osteo-  
synthesen im Sprunggelenksbereich. Aus akt.  
traumatologie 4 (1974) 109-112, Georg-Thieme-  
Verlag, Stuttgart
- 53 Weber, B.G.: Das Besondere bei der Behandlung der Frakturen  
im Kindesalter. Mschr. Unfallheilk. 78,  
193-198 (1975) Springer Verlag
- 54 Weber, B.G.: Indikationen zur operativen Frakturbehandlung bei  
Kindern, Chirurg. 38, 441-444 (1967)
- 55 Weber, B.G.: Prophylaxe der Achsenfehlstellungen bei der Be-  
handlung kindlicher Frakturen, in: Posttraumatisch  
Achsenfehlstellungen an den unteren Extremitäten.  
Herausgegeben von M. F. Müller, Huber, Bern u.  
Stuttgart (1967)
- 56 Weller, S.: Spezielle Gesichtspunkte bei der Behandlung kind-  
licher Frakturen: aus Rehbein/Suppl. zu Band 11/  
Z. Kinderchir. (S. 655-59)
- 57 Weller, S.: Die absolute Indikation zu operativem Vorgehen  
bei kindlichen Frakturen. Beih. Mschr. Unfall-  
heilk. 102, 83-84 (1970)
- 58 Weller, S.: Spezielle Gesichtspunkte bei der Behandlung kind-  
licher Frakturen. Z. Kinderchir., Suppl. zu  
Bd. 11 658 (1972)
- 59 Weller, S.: Distale Femurfrakturen im Wachstumsalter, aus  
act. Traumatologie 2 (1972) 81-86, Georg Thieme-  
Verlag, Stuttgart
- 60 Witt, A.N. und Walcher, K.: Korrekturoperationen nach  
kindlichen Verletzungen, aus Rehbein, Der Unfall  
im Kindesalter (Z. Kinderchir. Suppl. zu Bd. 11)
- 61 Zacher, D., Koob, E. und Schlegel, K.F.:  
Orthopädische Aspekte der Traumatologie im  
Kindesalter, aus Rehbein: Der Unfall im Kindes-  
alter, Suppl. Z. Kinderchir. Bd. 11, S. 659.

E. Lebenslauf

24. 3. 1939 Geb. als Tochter des Dr. med. Kurt Starke,  
Bochum-Werne
- 1945-1958 Besuch von Grundschule und Gymnasium mit  
Abiturabschluß
- 1958-1959 Studium der Medizin in Marburg/Lahn
- 1959-1965 Studium der Medizin in München
6. 5. 1965 Staatsexamen in München
9. 8. 1968 Bestallung als Arzt
- 1968-1969 Assistenzarztstätigkeit - Allgemeinpraxis in München
- 1969-1973 Assistenzärztin für Anästhesie - KK Bo. -Langendreer
5. 5. 1973 Facharztanerkennung für Anästhesie  
Oberärztin am KK Bo. -Langendreer
15. 2. 1976 Chefärztin für Anästhesie am Evgl. KK Do. -Lütgen-  
dortmund





